I

Internationaler STRASSENKONGRESS



PARIS · 1908



I. INTERNATIONALER STRASSEN

PARIS 1908

ABTEILUNG 2

VERKEHR UND BETR

Allgemeine Berichte über die Fragen 5 b

	Ordnungs-nummer der Referate	
DEUTSCHLAND	71	Philibert (Arthur), Regierungsrat, Vortragender Rat im Herzoglich. Sächs. Staatsministerium, Coburg.
GROSS BRITANNIEN	72	The R[t] Hon. Lord Montagu of Beaulieu, Member of the Council of the Roads Improvement Association (Incorporated), London.
	73	Phillips (Robert), A. M. I. C. E., Consulting Surveyor to the Gloucestershire County Council. (County Councils Association).
	74	Drummond (Robert) und Stevenson (Allan), Präsident u. Sekretär. (Road-Surveyor Association of Scotland, Ayr).

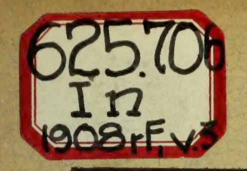
Besondere Berichte über jede Frage

FRAGE 5

WIRKUNG DER NEUEN VERKEHRSMITTEL AUF DIE STRASSEN

Die von der Geschwindichkeit herrührenden Beschädigungen — Die dem Gewichte zuzuschreibenden Beschädigungen — Einfluss der Pneumatike, der Reifen — der Gleitschutze — des Auspuffs, der Bodensenkung, u. s. w.

VEREINIGTE STAATEN	75	Page (L.-W.), Director, U. S. Office of Public Roads, Washington.
FRANKREICH	76	Caldaguès et Vasseur, Ingénieurs des Ponts et Chaussées, Paris.
	77	Mahieu (Albert), Ingénieur des Ponts et Chaussées, Paris.
	78	Petot, Professeur à la Faculté des Sciences de Lille.
	79	Walkenaer, Ingénieur en chef des Mines, Professeur à l'École des Ponts et Chaussées, Paris.
GROSS BRITANNIEN	80	Crompton (Colonel R.-E.), Vice-Chairman of the Roads Improvement Association (Incorporated), London.
	80 *bis*	Taylor (W.-J.), County Surveyor of Hampshire, Winchester. (Ass. of M[el] and County Eng.).
	81	Thomas (R.-J.), M. Inst. C. E., County Surveyor of Buckinghamshire, Aylesbury, (Ass. of M[el] and County Eng.).



I. INTERNATIONALER STRASSENKONGRESS
PARIS 1908

5te, 6te, 7te, 8te FRAGEN

CIRCULATION ET EXPLOITATION

DIE CHAUSSIERTEN LANDSTRASSEN

IM HERZOGTUM SACHSEN-COBURG

BERICHT

VON

A. PHILIBERT
Regierungsrat zu Coburg.

PARIS
IMPRIMERIE GÉNÉRALE LAHURE
9, RUE DE FLEURUS, 9

1908

CIRCULATION ET EXPLOITATION

DIE CHAUSSIERTEN LANDSTRASSEN

IM HERZOGTUM SACHSEN-COBURG

BERICHT

VON

A. PHILIBERT

Regierungsrat zu Coburg.

CINQUIÈME QUESTION

EFFET DES NOUVEAUX MODES DE LOCOMOTION SUR LES CHAUSSÉES

ET

SIXIÈME QUESTION

EFFET DES CHAUSSÉES SUR LES VÉHICULES

Angesichts der durch die Schnelligkeit und das Gewicht der Kraft- und Lastfahrzeuge hervogerufenen Schäden haben auch wir annähernd dieselben gesetzlichen Bestimmungen wie in Preussen, Bayern etc.; dieselben setzen insbesondere die Fahrgeschwindigkeit der Automobile, der Motorräder pp. fest, und unterlasse ich aus diesem Grunde die Mitteilung dieser jedenfalls bekannten allgemeinen Bestimmungen. Ein abschliessendes Urteil über die Schäden der Fahrbahn infolge der Geschwindigkeit und des Gewichtes der Kraftfahrzeuge liegt *zur Zeit* nicht vor, deshalb werden unausgesetzt eingehende Erhebungen angestellt. Wir widmen in dieser Veranlassung den Strassenbaubelagstoffen die grösste Aufmerksamkeit und betrachten die Wahl des Strassenbaumaterials als eine der wichtigsten Fragen des Bauwesens im allgemeinen und des Strassenbauwesens und inneren Ausbaues

im besonderen. Neben dem Kostenpunkt kommt hierbei vornehmlich die Dauerhaftigkeit des Materials unter den praktischen Verkehrsbedingungen in Frage, die ihrerseits wieder abhängig ist von der Widerstandsfähigkeit gegen Verschleiss. Bei der Wichtigkeit der vorgedachten Eigenschaft der Pflasterbelagstoffe für ihre Beurteilung hinsichtlich der Brauchbarkeit ist es natürlich, dass sich die technische Prüfung neben dem Verfahren zur Ermittelung der sonstigen, die Güte der Baustoffe charakterisierenden Eigenschaften auch mit einem solchen zur Feststellung der Abnutzung befasste, und zwar besteht in dieser Veranlassung ein von *Bauschinger* eingeführtes Verfahren bezw. eine dahinzielende Materialprüfung. Diese unter dem Namen « Schleifverfahren » bekannte Prüfung besteht darin, dass ein aus dem zu prüfenden Material geformtes oder herausgeschnittenes Versuchsstück auf einer sich horizontal bewegenden, gusseisernen Schleifscheibe, unter Anwendung eines Schleifmittels (Sand, Schmirgel pp.) mit einem bestimmten Druck und unter sonst gleichen Verhältnissen (gleiche Geschwindigkeit, gleicher Schleifweg pp.) abgeschliffen (Stoffverlust) und nach einer bestimmten Anzahl Umdrehungen zunächst dem Gewichte nach festgestellt und aus dem Verhältnis von Stoffverlust und Raumgewicht dem Rauminhalt nach (in ccm) berechnet wird. Letzterer Wert gilt als die eigentliche Abnutzungsziffer des betreffenden Materials. Teilweise ist auch noch zur Prüfung von Pflastermaterialien auf Widerstandfähigkeit gegen Stossbeanspruchung das Rüttelverfahren in Gebrauch, bei welchem Trommeln Anwendung finden, in die die zu prüfenden Stücke allein oder zusammen mit eisernen Kugeln unter Aufwendung einer bestimmten Anzahl Trommelumdrehungen beansprucht werden. Hierbei wird der Stoffverlust in Gewichtsprozenten als Mass für die Abnutzbarkeit angesehen.

In allerletzter Zeit hat man gegen diese beiden Verfahren Bedenken geltend gemacht, vor allem das, dass das beim Versuche abgeschliffene oder abgestossene Material an der weiteren Arbeit (beim Schleifen fördernd für die Abnützung, beim Stossen hemmend durch Abschwächung der Stösse) teilnimmt und, dass beim Schleifversuch ausserdem jedes schleifende Korn wiederholt zur Benutzung komme. Ein weiterer Übelstand des Schleifverfahrens ist auch noch der, dass Materialien verschiedener Härte verschieden beansprucht werden, da sich das zum Schleifen dienende, nicht festliegende Korn in weiche Materialien eindrücken kann und so die weitere Schleifarbeit zum Teil verhindert wird, während das Korn unter dem harten Material hindurch gleitet und beständig sitzend und schleifend wirkt. Aus diesem Grunde können Abnutzungswerte, die nach diesem Verfahren für Stoffe verschiedener Härte und Elastizität gefunden werden, nicht unmittelbar mit einander verglichen werden. Um die geschilderten Fehlerquellen nach Möglichkeit zu beseitigen, namentlich aber um das schleifende Korn unabhängig von seinem Träger zu machen und jedes Korn nur einmal zum Angriff zu bringen, lassen wir gegebenenfalls die Strassenbaubelagstoffe in dem Königl. Materialprüfungsamt zu Grosslichterfelde bei Berlin durch Professor

Gary prüfen, woselbst zur Ermittelung der Benutzbarkeit von Pflasterstoffen und Fussbodenbelägen eine andere, von den bestehenden Verfahren wesentlich abweichende Prüfungsart eingeführt ist, nämlich der Versuch über dem Sandstrahlgebläse. Die Wirkung bewegten Sandes oder bewegten Wassers ist aus der Natur zur Genüge bekannt, insbesondere die Abschleifung und Abnutzung des Gesteins an Meeresküsten infolge der Brandung, ebenso die abnagende Tätigkeit des vom Winde getragenen Sandes; die weicheren Schichten des Felsgesteins werden durch den Sand geradezu mit der Zeit herausgeblasen, während die Schichten härterer Gesteine stehen bleiben und hervorragen. Durch dieses Sandgebläse der Natur kommen alle Arten von Härtenunterschiede der Gesteinmassen zum äusseren Ausdrucke. Was aber der von dem Winde bewegte Sand erst allmählich und in längerer Zeit erreicht, bewirkt das in dem Strahlengebläse unter Dampfdruck mit grosser Geschwindigkeit geschleuderte Sandkorn in entsprechend kürzerer Zeit, und so lag es nahe, das Gebläse heute für den Verschleissversuch nutzbar zu machen. Die Einrichtung von Sandstrahlengebläsen für manche Industriezweige ist hinreichend bekannt; bezüglich der Beschreibung des Garyschen Sandstrahlengebläses, dieses hochinteressanten Apparates, gestatte ich mir auf die Mitteilungen aus dem Königlichen Materialprüfungsamt, 1904, Heft 3, Seite 103 (Verlag : J. Springer, Berlin) hinzuweisen. Die Dauer der Beanspruchung über dem Sandstrahl ist nach umfangreichen Vorversuchen auf 2 Minuten festgelegt worden. Durch eine grosse Reihe von Versuchen mit den verschiedensten Pflaster- und Fussbodenbelagstoffen ist die Wirkung des Sandstrahles und damit die Brauchbarkeit und Zuverlässigkeit des Sandstrahlgebläses als Prüfung für Steinmaterial pp. hinreichend erprobt worden. Die vom Sandstrahl beanspruchten Flächen der Stoffe veranschaulichen in klarster Weise den verschiedenen Grad der Widerstandfähigkeit des Materials gegen Abnützung. In den Bruchsteinflächen sind die Schichtungsverhältnisse, die mehr oder weniger gleichmässige Verteilung der Poren deutlich zu erkennen. Man kann genau das feine und grobe Korn und die harten Einschlüsse im weichen Einbettungsmaterial erkennen. Bei dem zuerst erwähnten Schleifversuch werden alle dieser karakteristischen Unterschiede der verschiedenen Materialien nicht zur Anschauung gebracht, da eine gleichmässige Abnutzung der ganzen Versuchsfläche bewirkt wird, sodass nur eine ebene Fläche entsteht, die weder Unterschiede im Gefüge, noch den verschiedenen Härtegrad der das Material zusammensetzenden Bestandteil erkennen lässt. In dieser Veranlassung schenken wir diesem Verfahren für die Prüfung der Brauchbarkeit des Materials vollkommenes Vertrauen.

Bezüglich der Frage 6 (Détérioration des organes, Dérapage pp.) gibt es bei uns beständige Klageführung wegen beschädigter Räder, Gummireifen etc., etc. Wir bemühen uns nach Kräften allen diesbezüglichen Wünschen und Beschwerden dadurch Rechnung zu tragen, dass wir ein tunlichst festes Einwalzen der Decklage mittels der Dampfwalze zu erreichen

suchen. Das letztere Verfahren erscheint uns insbesondere geboten zum Schutze der Lastiere.

Bezüglich der Strassenfuhrwerke und deren Ladung gelten für die Landstrassen gewisse Vorschriften über die Abmessungen und die Belastung der Fuhrwerke, insbesondere über die Breite der Radfelgen, weil diese von Einfluss auf die Abnutzung der Strasse ist. Die gebräuchlichsten Felgenbreiten sind 5-6 cm für leichteres und 10-15 cm für schwereres Fuhrwerk. Der Raddruck ergibt sich aus dem Eigengewichte der Wagen und ihrer Ladung; er soll 200 kg für je 1 cm Felgenbreite nicht überschreiten. Für unsere Chausseebrücken ist vorgeschrieben, dass das Gewicht eines vierrädrigen Wagens samt Nutzlast ca. 8500 kg betragen darf. Schwerere Transporte sind vorher anzumelden, damit etwa nötige Brückenverstärkungen hergestellt werden können.

Das Eigengewicht eines zweispännigen Landfuhrwerkes soll gewöhnlich 600 kg, das eines Frachtfuhrwerkes 1200 kg und das eines vierspännigen schweren Frachtfuhrwerkes 2000 kg *nicht* überschreiten.

SEPTIÈME QUESTION

SIGNAUX DE LA ROUTE

Zur Einteilung der Strasse setzt man wie allgemein in Deutschland, auch bei uns in Abständen von 100 m Nummersteine und alle 1000 m einen grösseren Kilometerstein. Gegen die anstossenden Grundstücke wird das Strassengelände durch Mark- oder Grenzsteine festgelegt, die so einzusetzen sind, dass ihre Aussenkanten die Grenzlinien bilden. Auch werden häufig, in zweckmässiger Weise die vorhandenen Durchlässe durch aufgestellte Steine mit entsprechender Aufschrift bezeichnet. Auf Dämmen werden meist Schutzsteine angeordnet, die in Abständen von 2-4 m am Strassenrande aufgestellt werden und deren Höhe so zu bemessen ist, dass die Wagenachsen noch soeben darüber hinweggehen. An besonders gefährlichen Stellen verbindet man die Steine oben durch eine eiserne Stange (Gasrohr) oder man stellt hölzerne oder eiserne Schutzgeländer auf; letztere meist aus verlaschten Schienen hergestellt. Des weiteren bedient man sich an entsprechend gefährlichen Stellen der bekannten Schutzgeländer als lebendige Hecken mit Schutzzäunen dahinter, Schluchterwerke aus Latten, Drahtzäune, Netzzäune, Staketzäune, Schiebe-, Zug- und Rollbarrièren, Stangen- und Einlegebarrièren insbesondere bei Bahnübergängen, etc. Bei letzteren werden meist auch Warnungs- und Halttafeln 10-12 m entfernt aufgestellt. Die Halt-Tafel zeigt in grossen Buchstaben das Wort « Halt! ». Warnungstafeln werden jetzt auch vielfach von den Behörden wie Radfahr- und Automobilvereinen an gefährlichen Stellen auf abschüssigen Landstrassen aufgestellt. Die gebräuchlichsten und praktischsten Schutzmassregeln bilden bei uns in der

Hauptsache die Bäume, welche in etwa 10-12 m Abstand von einander sowohl eine angenehme Zier der Wege und wegen Darbietung des erwünschten Schattens im Sommer, als auch während der Nacht und im Schnee als Wegweiser zulässig und empfehlenswert sind. Man ist aber stets bei Anpflanzungen bestrebt, die Strasse nicht dem Lichte und Luftzuge zu entziehen, weil die gute Austrocknung der Fahrbahn für ihren Bestand und Zustand sehr wichtig ist. Durch loses Anbinden der Bäumchen an Baumpfähle muss man ihnen für die ersten Jahre einen Schutz gewähren. Um die Bäumchen macht man meist eine breite Rinne (Baumscheibe), in der das Regenwasser sich sammeln und einsickern kann. Die gebräuchlichsten Baumarten sind meist Birken, Ebereschen und Akazien; in besseren Boden setzt man gern Linden, Kastanien, Eichen, Ulmen und Ahorn. Von Pappeln hat man ganz Abstand genommen, da sie die angrenzenden Ländereien in nachteiliger Weise beschatten und ihnen wegen der weitschlagenden Wurzeln und der vielen Raupen schädlich sind. Als die beste Jahreszeit zum Pflanzen der Bäume betrachtet man den Spätherbst oder den Frühlingsanfang, bevor nach dem Winter das Pflanzenleben erwacht ist. Eingegangene Bäume pflegt man bei uns an Chausseen und Landstrassen nicht auszuroden, sondern derartig abzusägen, dass der stehenbleibende Baumstumpf einen Schutzstein ersetzt. Die neuen Bäumchen werden zwischen die alten gesetzt. Der Abwechselung wegen pflanzt man häufig tunlichst verschiedene Baumarten durcheinander; der Anblick im Sommer und Frühjahr ist sehr reizvoll, allein die Reinigung der Landstrassen vom fallenden Laub im Herbste gestaltet sich wegen der verschiedenartigen Laubfolge etwas schwieriger.

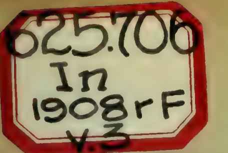
HUITIÈME QUESTION

LA ROUTE ET LES SERVICES DE TRANSPORTS MÉCANIQUES

Für diese Frage dürften unsere Wegeverhältnisse zu geringes Interesse bieten, und sind einschlägige Punkte bereits im Vorstehenden erwähnt. Besondere Vorschriften für industrielle Transporte bestehen hier nicht, nur müssen die betreffenden Chausseebrücken, wie bereits erwähnt, gegebenenfalls entsprechend unterstützt und verstärkt werden; aus diesem Grunde sollen auch schwerere Transporte vorher rechtzeitig gemeldet werden. Über Tramway-Wege und sonstige diesbezügliche Anlagen zu berichten, bieten unsere hiesigen Verhältnisse ebenfalls keine Veranlassung, zumal derartige Anlagen nur im *bescheidenen* Masse vorhanden und in technischer Beziehung von untergeordneter Bedeutung sind.

Coburg, 5. März 1908.

61 947. — PARIS. IMPRIMERIE LAHURE
9, Rue de Fleurus, 9



Ier CONGRÈS INTERNATIONAL DE LA ROUTE
PARIS 1908

2e SECTION

LA VALEUR DES BONNES ROUTES

RAPPORT

PAR

LORD MONTAGU DE BEAULIEU
Membre du Conseil de l'Association pour l'amélioration des routes.
Délégué de cette association.

PARIS
IMPRIMERIE GÉNÉRALE LAHURE
9, RUE DE FLEURUS, 9

1908

LA VALEUR DES BONNES ROUTES

RAPPORT

PAR

LORD MONTAGU DE BEAULIEU

Membre du Conseil de l'Association pour l'amélioration des routes.
Délégué de cette association.

Il y a beaucoup de signes qui permettent d'apprécier le degré de civilisation. On peut estimer qu'un pays ou une nation occupe les premiers ou les derniers échelons de la civilisation en se plaçant au point de vue soit de sa politique intérieure, soit des us et coutumes du peuple, soit de la tonalité de sa presse, soit de la valeur de sa littérature, soit d'autres manifestations de l'esprit humain. Mais il n'y a pas de meilleur critérium de l'état d'avancement d'une nation, de son organisation et de sa productivité, de sa vitalité commerciale et sociale, que la valeur de ses routes. La seule objection qu'on puisse faire à la généralisation de ce critérium, c'est que, dans quelques contrées qui se sont développées rapidement depuis 60 ou 70 ans, les chemins de fer ont pris la plupart du temps la place qu'auraient occupée les routes à une époque antérieure. Mais, là encore, cette assertion que les routes attestent le progrès se vérifie en tout point; si l'on prend les États-Unis d'Amérique comme l'exemple le plus frappant, on voit que ses chemins de fer qui dépassent dans l'ensemble 321 800 km dénotent les progrès réalisés par ce pays et l'on pourrait faire remarquer en outre, que dans ces derniers temps il a avancé à pas de géant dans la construction des routes ordinaires destinées au roulage. Je pense donc être fondé à dire que l'étendue et la valeur des routes peuvent être considérées comme l'un des principaux capitaux d'une nation jeune ou vieille et qu'elles constituent une caractéristique sûre de son développement social, politique et commercial.

Il me sera permis d'examiner pour un instant le sens exact de ce mot de « route ». La route est une bande de terrain revêtue en général d'une couche de pierres plus ou moins dures et où les hommes circulent à pied,

à cheval ou en voiture. Dans la plupart des cas cette bande de terrain a été mise au service de l'humanité depuis très longtemps et entretenue aux frais du public, soit au moyen de péages, soit au moyen d'impôts. C'est un ruban qui relie la campagne à la ville, l'habitation isolée et le village et elle transporte sans distinction des gens de toutes sortes, des marchandises de toute nature, les enfants aussi bien que les adultes, ceux qui vont au plaisir comme ceux qui vont aux affaires. La route est donc un élément constituant de l'humanité. Elle est nécessaire à l'existence des hommes. On peut donc dire que les grandes routes d'un pays sont les artères et les veines par où s'écoule la vie humaine et que, plus la circulation est développée et dégagée de tout obstacle, plus la vie d'une nation est intense. Pour pousser plus loin l'analogie, si dans une de ses sections, la route est en mauvais état ou bien si la circulation s'y trouve embarrassée, il se produit une irritation locale, les accidents augmentent et le corps politique ne tarde pas à sentir qu'il y a là un malaise partiel auquel il faut porter remède. Il y a lieu de tenir compte également de l'importance spéciale des routes au point de vue militaire, car les grandes routes d'un pays ont presque toujours été construites par de grands administrateurs ou de grands généraux dans un but politique ou militaire. Les routes romaines allant en ligne droite par monts et par vaux, conduisant directement d'un endroit à un autre, montrent ce que le plus puissant empire du monde antique pensait de la valeur des routes. Les routes napoléoniennes de France sont à juste titre l'orgueil de ce pays, et les excursionnistes n'empruntent jamais ces magnifiques chaussées sans rendre hommage au grand génie qui les a créées et au gouvernement français qui n'a cessé de les entretenir si bien depuis un si long temps.

Historiquement parlant, la voie ferrée, si on la compare à la route, ne date que d'hier. Les routes naquirent avec l'aurore du monde ou du moins avec l'apparition de l'homme. Le sentier est devenu le chemin : le chemin a formé la route, et la route, avec le temps, s'est érigée en grande chaussée. L'homme, dès ses premiers pas, n'a cessé d'avoir besoin des routes pour aller et venir en toute aise à la surface du globe, et, hier comme aujourd'hui, le progrès n'a pu se faire jour qu'au moyen de routes. Les voies ferrées existeront-elles longtemps encore? C'est là ce qu'on ne peut pas dire. Mais j'estime qu'avec le perfectionnement des véhicules automobiles qui empruntent les routes, la valeur des voies ferrées comme moyen de transport pourra très bien diminuer progressivement. En tout cas, il est juste d'admettre que la voie ferrée revient à l'heure actuelle un peu meilleur marché, aussi bien pour les transports rapides que pour les transports pondéreux, et il est difficile de se figurer comment les routes telles qu'elles sont construites à présent pourraient servir à effectuer les transports aussi rapidement qu'ils le sont sur deux rails à l'aide de roues à rebord.

Toute appréciation en argent de la valeur des routes pour un pays, ne

peut naturellement être qu'imaginaire. On peut estimer que les routes de première classe valent au moins 80 000 fr. le kilomètre, et que les routes secondaires valent de 30 000 à 50 000 fr. Quant à la valeur du trafic effectué par les routes, on peut faire cette constatation préliminaire que, tout le trafic des voyageurs et marchandises effectué par les chemins de fer, les vapeurs, ou tout autre mode de locomotion, a commencé naturellement à se faire par les routes et continue à emprunter les routes lorsqu'il naît et lorsqu'il s'achève. La seule exception à cette règle est constituée par la petite quantité de marchandises qui peuvent provenir d'une usine limitrophe d'un chemin de fer et être destinées à une autre usine également limitrophe et qui sont acheminées toujours par les mêmes wagons. Mais là encore, les matériaux bruts ont dû venir par les routes et les articles ouvrés seront répartis grâce aux routes. Donc, la route ne fait pas qu'effectuer les transports qui seront effectués par les chemins de fer ou les autres moyens de locomotion, elle a aussi sa circulation propre et exclusive qui n'est pas sans importance. En outre de ce que tout voyageur qui utilise les chemins de fer est appelé à se servir de la route, il y a des centaines de millions de voyages accomplis sans qu'il soit besoin du tout de la voie ferrée. La circulation sur les routes dépasse par conséquent de beaucoup en importance celle qui s'opère par tous les autres moyens de locomotion réunis.

Entre une bonne route et une mauvaise, on peut considérer qu'il y a la même différence qu'entre l'attelage à un cheval et celui à deux chevaux pour transporter la même charge. Sur une bonne route avec un revêtement uni et des déclivités faciles, un cheval devrait être en mesure de parcourir au moins 32 km par jour, avec une charge d'une tonne, sans compter la voiture. Si les routes sont mauvaises, pleines d'ornières, boueuses ou poudreuses, si elles présentent une surface raboteuse et des rampes raides, l'effort de traction est beaucoup plus grand et il faut tout de suite deux chevaux. En supposant une automobile, une bonne route exige moins de pétrole et use moins les pneus. Qu'il s'agisse donc de traction animale ou de traction mécanique, une bonne route permet à celui qui s'en sert tous les jours de réaliser des économies.

Mais l'état des routes a sur la communauté des effets bien plus importants à d'autres points de vue qu'au point de vue financier. De bonnes routes facilitent les relations réciproques, les déplacements de la population et l'échange des produits industriels. Un pays pourvu de bonnes routes est ce qu'on appelle un pays bien développé : toutes ses régions sont d'un accès facile et l'homme peut à son aise choisir l'endroit de sa résidence, grâce à l'existence des moyens de communication.

Le nombre des habitations d'un pays constitue dans une large mesure sa richesse, et en dehors de ses routes, accuse son développement, car pour bâtir une maison, il faut une route. Pour que l'homme jouisse de sa demeure et puisse avoir des relations avec l'extérieur, un sentier, un

chemin ou une route est aussi nécessaire à son bien-être qu'un toit sur la maison. En somme, il n'y a rien d'aussi indispensable à l'humanité qu'une route. Il y a peu de gens qui contesteront la valeur des bonnes routes, quoi qu'il y en ait quelques-uns qui regardent à y consacrer de l'argent; il y en a peu qui trouveront que les voyageurs aient tort de demander qu'on améliore de plus en plus les routes aux frais du public.

Un grand et nouveau problème s'est posé depuis quelques années à propos des routes, problème auquel les constructeurs et les usagers de la route n'ont pas encore consacré toute leur attention : je veux parler de la poussière.

Quand la circulation était lente et intermittente, la poussière et la boue n'étaient que des inconvénients secondaires. Maintenant la poussière est devenue la peste de la route, la plaie de tous les usagers de la route et des riverains. En ce xxe siècle, si l'on veut appliquer aux routes le mot « bon » à juste titre, on ne peut le faire en toute sincérité que si la route est plus ou moins exempte de poussière. C'est un problème dont se souciaient peu les constructeurs de routes autrefois, mais qui est devenu le plus important à l'époque actuelle. que celui d'obtenir une route sans poussière avec le moins de frais possible. Tout ingénieur qui découvrira une méthode pratique et économique pour faire des routes sans poussière et durables se rendra célèbre pendant sa vie, et sera considéré comme un génie par les générations futures.

Plus la traction mécanique prendra d'extension, plus on sentira le besoin d'avoir des routes sans boue ni poussière, car l'un et l'autre sont des agents de destruction pour la route, qu'elle soit sèche ou humide. La valeur commerciale d'une route aujourd'hui dépend principalement de sa largeur, de l'égalité de son revêtement et de l'absence de rampes. Dans l'avenir, il y aura un autre facteur en plus : la route devra être non seulement durable, mais exempte de poussière et, pour obtenir ce résultat, il semble pour le moment qu'il faudra utiliser le goudron ou quelque autre produit bitumeux, qui, grâce à sa viscosité donnera de la cohésion aux matériaux et sera imperméable sans être glissant. La nation qui dans le passé a eu les routes les meilleures et les mieux tracées pour la circulation des troupes et des marchandises était à la tête des autres nations. A l'avenir, la valeur des routes nationales d'un pays dépendra beaucoup de leur absence de poussière, car les déplacements de troupes auront grandement à souffrir de la poussière, au cas où ils s'effectueront par les routes et où les approvisionnements seront transportés par des automobiles. Pour prendre un exemple, s'il était possible de faire disparaître complètement la poussière dans les 10 années qui vont suivre (et cela serait possible, si des considérations financières n'y faisaient pas obstacle), la France deviendrait encore plus qu'à présent le lieu de délices du monde entier, la seule contrée où il fût possible de faire des excursions en automobile, en voiture, en bicyclette ou à pied, grâce à la disparition

de la boue et de la poussière; et les bords de la route, au lieu de s'effacer comme maintenant derrière un voile blanc, redeviendraient intéressants et pittoresques. De plus, le coût du balayage pour ces routes sans boue ni poussière, diminuerait beaucoup et les frais de rechargement et de transport des détritus baisseraient considérablement, car une route imperméable durerait bien plus longtemps. D'ailleurs, il serait possible de réparer les flaches à un moment quelconque de l'année par des emplois bitumés. Ainsi, bien que ce soit uniquement un idéal de penser que l'ensemble des routes nationales françaises puisse être débarrassé de poussière, je ne doute pas que si l'on procédait à cette opération peu à peu au cours des années, le prix de revient de la gestion des routes, et le coût de l'entretien diminuerait dans de très grandes proportions et à la longue, on compenserait largement les frais de premier établissement par les économies réalisées.

On pourrait aussi signaler la valeur des routes au point de vue social, car, là où les relations sont faciles et franches, on peut développer l'esprit de conciliation et de tolérance. C'est dans les régions isolées, avec des voies de communication défectueuses, qu'on remarque surtout des tendances à la jalousie, à la suspicion et au crime; c'est pourquoi, plus les moyens de communications sont aisés entre les localités, meilleure est la moralité. Le même principe est applicable entre nations. D'ailleurs, s'il était possible de jeter un pont entre l'Angleterre et la France, et d'y établir une route, ou de construire un de ces jours un tunnel sous la Manche qui puisse servir à la fois de route et de voie ferrée, il en résulterait un important accroissement de la circulation routière entre les deux pays et un encouragement pour cette entente cordiale qui, j'ai plaisir à le dire, règne depuis quelques années entre les deux grandes nations de l'Europe occidentale. L'influence des bonnes routes sur la paix internationale n'est pas à dédaigner en ce sens là, et l'un des effets les plus notables de la multiplication des excursions en automobile a été d'encourager le sentiment de sympathie entre les pays de tourisme, et de démontrer que les caricatures décrites ou reproduites dans les journaux, ne représentent pas les vrais types nationaux. Les relations familières que font naître les bonnes routes entre nations affaiblissent la tendance qu'elles ont à se moquer l'une de l'autre. Tout le monde a le sentiment que la France a largement contribué, par ses magnifiques routes, à développer cette aménité internationale.

L'administration des routes anglaises, dont l'importance est toute spéciale en raison de la densité de la population du pays, est inactive, dépensière et incomparable avec le mode de gestion français, plus avantageux sur bien des points. Toutefois il est juste de reconnaître que les deux nations, qui possèdent les meilleures routes du monde, sont la Grande-Bretagne et la France, et que leur développement et leur prospérité commerciale et politique sont dus en grande partie à ce fait que leurs

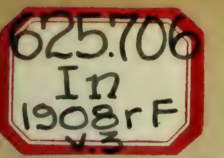
réseaux routiers sont meilleurs que ceux des autres nations environnantes.

Pour conclure, j'insiste fortement sur ce point : que la route doit faire l'objet de sérieuses études et cela dans l'intérêt des individus comme celui des nations.

Juillet 1908.

(Trad. Blaevoet.)

62448. — PARIS, IMPRIMERIE LAHURE
9, rue de Fleurus, 9



Ier CONGRÈS INTERNATIONAL DE LA ROUTE
PARIS 1908

5e, 6e, 7e, 8e QUESTIONS

RAPPORT

PAR
M. ROBERT PHILIPPS
(A. M. I. C. E.)
Surveyor-Conseil du Conseil de Comté de Gloucester

PARIS
IMPRIMERIE GÉNÉRALE LAHURE
9, RUE DE FLEURUS, 9

1908

5e, 6e, 7e, 8e QUESTIONS

RAPPORT

PAR

M. ROBERT PHILIPPS

(A. M. I. C. E.)

Surveyor-Conseil du Conseil de Comté de Gloucester.

5e QUESTION

Les nouveaux moyens de transport peuvent se classer en : automobiles lourdes à roues rigides et automobiles légères à roues élastiques.

Les premières, traînant de lourds camions, demandent des routes solides (mais la surface n'a pas d'importance) ; si la route n'est pas solide la chaussée est entièrement démolie et le sous-sol apparaît à la surface.

Les autos légères à roues élastiques ne demandent pas une route aussi solide, mais exigent une surface unie qui évite le martèlement résultant des bonds continuels. L'effet de cette circulation est d'user la partie supérieure de la pierre, d'aspirer les matériaux d'agrégation et de dissocier l'empierrement.

Dégradations dues à la vitesse. — Quand la route est large et que la vitesse est inférieure à 20 milles à l'heure, on constate peu de dommages.

Quand la vitesse dépasse 20 milles et atteint dans certains cas 60 et 70 milles à l'heure, le danger est sérieux. La surface de la route est graduellement détruite, les pierres se dissocient et s'éparpillent, elles sont écrasées par de lourdes voitures, et le martèlement des roues détruit la fondation.

Sauf quand les voitures lourdes bondissent et martèlent la route, les roues de devant sont souvent en l'air, à quelques pouces de la route pen-

dant les grandes vitesses, et frappent la route en retombant : il résulte peu de dommage par le poids.

Dégradations dues au poids. — En dehors du dommage causé par la vitesse, les bandages solides ou pneumatiques abîment peu la route. Tous les antidérapants tels que : chaînes tressées, clous ou autres objets faisant saillie causent de sérieux dommages à la route et leur emploi devrait être puni d'amende ou de prison.

Dommages dus à l'aspiration. — C'est une question peu importante.

6e QUESTION

Dérapage. — Il est dû à plusieurs causes : bombement trop accentué du profil de la route ; nettoyage insuffisant ; mauvaise qualité de pierres produisant une boue grasse ; construction défectueuse de la voiture ; petit diamètre des roues ; roues fixées sur l'axe et ne pouvant pas prendre, l'une par rapport à l'autre, des vitesses différentes dans les courbes.

7e QUESTION

SIGNAUX DE ROUTES

Bornes. — Quand la direction de l'Artillerie établit des bornes, toutes les distances furent mesurées à partir de certains endroits de Londres (Hicks, Hall, Tyburn Gate ou Hyde Park Corner) et, bien qu'utiles aux troupes, elles servirent peu au point de vue local.

Quand ce service fut confié aux agents voyers on se servit des bornes pour donner des indications locales, par exemple la distance à la ville où se tenait le marché. Cela amena des confusions et il y a des cas où deux bornes consécutives sont à 15 pieds l'une de l'autre.

L'on a pensé qu'il serait utile d'établir des poteaux indicateurs aux croisements des routes en y mentionnant la distance et l'altitude.

Endroits dangereux. — Si les avis sont nombreux, on n'y fera pas attention et quand la poussière s'élèvera, causée par les grandes vitesses, on ne pourra pas les lire. Il serait suffisant près des endroits dangereux de peindre d'une bande rouge les poteaux indicateurs.

Le nom de tous les villages et villes devrait être peint en des endroits visibles.

8e QUESTION

LA ROUTE ET LES SERVICES DES VOITURES MÉCANIQUES

Leur avantage est grand dans les villes où l'on économise la place des chevaux et à la campagne où l'on va rapidement d'un village à un autre. Le transport des voyageurs et des colis des habitations situées le long de la route et la mise en contact plus intime des habitants des villes et des campagnes sont des avantages qui ne peuvent manquer d'étendre leur emploi. Les voitures industrielles en économisant de la place par la suppression des écuries, où les loyers sont chers, deviennent indispensables au commerçant.

Tramways urbains. — Partout où il existe une population suffisante pour défrayer des dépenses de leur construction et de leur entretien, ils devront être préférés aux voitures mécaniques ou à chevaux.

Il est regrettable qu'ils aient été construits suivant des gabarits différents de largeur.

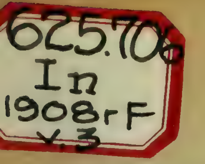
On s'accorde généralement à reconnaître que le meilleur marché comme construction et fonctionnement est le système électrique à fil aérien et trolley, mais dans les villes le système du câble et caniveau ou système à patin quoique peu coûteux n'a pas l'inconvénient des fils aériens visibles.

Décrire la construction, le prix et le fonctionnement de ces tramways rendrait ce mémoire trop long et il a déjà dépassé l'étendue que l'auteur comptait lui donner.

Juin 1908.

(Trad. Cozic).

62300. — Imprimerie Lahure, rue de Fleurus, 9, à Paris.



Ier CONGRÈS INTERNATIONAL DE LA ROUTE
PARIS 1908

5e, 6e, 7e, 8e QUESTIONS

Effets des nouveaux moyens de transport sur les grandes voies
Détérioration des Organes
Signaux de Routes
La grande route et les Transports mécaniques

RAPPORT

DE LA

ROAD SURVEYORS' ASSOCIATION OF SCOTLAND
(ASSOCIATION DES INGÉNIEURS ROUTIERS D'ÉCOSSE)

R. DRUMMOND & ALLAN STEVENSON
Président et Secrétaire.

PARIS
IMPRIMERIE GÉNÉRALE LAHURE
9, RUE DE FLEURUS, 9

1908

5e, 6e, 7e, 8e QUESTIONS

RAPPORT

DE LA

ROAD SURVEYORS' ASSOCIATION OF SCOTLAND

(Association des Ingénieurs Routiers d'Ecosse)

R. DRUMMOND et ALLAN STEVENSON

Président et Secrétaire

5e QUESTION

EFFETS DES NOUVEAUX MOYENS DE TRANSPORT SUR LES GRANDES VOIES

Dégradations dues à la vitesse. — Le dommage causé par les nouveaux moyens de transport est surtout appréciable sur les grandes routes et on peut dire que c'est le résultat des vitesses excessives des voitures aux moteurs puissants et qu'il est dû aussi aux voitures plus lentes, telles que les lourds camions mécaniques et les machines de traction. Les voitures dont on vient de parler reçoivent l'effort de traction par la roue, ce qui, sur une route empierrée, a pour effet de désagréger ou de déplacer la surface; il se produit par conséquent un nouveau facteur dans la question de l'entretien des routes.

Dégradations dues aux poids. — L'importance du dommage causé par les poids est très grande. Une excellente chaussée, construite avec des matériaux de premier choix et pour les besoins d'une circulation ordinaire y compris même celle des automobiles légères, peut être établie à un prix de revient raisonnable, mais quand il s'y produit une circulation lourde provenant des lourds moteurs ou des machines de traction, la chaussée se

détériore rapidement et il est presque impossible de conserver une surface convenable et uniforme. L'ancienneté des routes rurales d'Écosse fait que par leur construction ces routes ne peuvent supporter les charges que la loi autorise et la dépense pour les mettre en état serait considérable.

Influence des pneumatiques. — Les voitures munies de bandages élastiques circulant à grande vitesse sont la cause d'un autre mal. La surface de la route souffre de l'aspiration des bandages pneumatiques par la formation de petits creux ou affaissements, par le déplacement des matières d'agrégation qui se trouvent amenées sous les bandages métalliques et broyées; ce qui, en outre des détériorations causées à la chaussée, produit de la poussière en été et de la boue en hiver. La chaussée étant ainsi disloquée, la durée des matériaux employés à la réparation est très diminuée. La question de l'influence des bandages pneumatiques est intimement liée à celle de la vitesse; elles sont inséparables. Sans le pneumatique les vitesses des automobiles seraient très diminuées et si la vitesse était diminuée le dommage causé aux routes serait moins grand.

Anti-dérapants. — Des nombreux procédés inventés, le plus efficace pour éviter le glissement est le bandage garni de clous d'acier, mais c'est en même temps le plus grand ennemi des chaussées. Il n'est pas de chaussée empierrée capable de résister aux effets destructeurs d'une voiture à puissant moteur munie de ces bandages et lancée à une bonne vitesse.

6e QUESTION

DÉTÉRIORATION DES ORGANES

Cette question est très importante pour les propriétaires de voitures et dépend de l'état des chaussées, la machine ou quelqu'une de ses parties pouvant en être affectée.

Si l'on trouvait le moyen de réduire au minimum l'usure de la machine, la question de construction et d'entretien des routes serait résolue. On exige aujourd'hui d'une route de bons matériaux de surface, un bombement convenable et une surface unie. Pour que la route nouvelle satisfasse à tous les désirs de la locomotion nouvelle, on devra apporter une attention particulière à la pente, à la construction, au bombement, à la largeur, à la formation convenable, aux courbes, aux angles, etc.

Les efforts supportés par une machine passant sur une route médiocrement entretenue sont très marqués par comparaison avec ceux qu'elle subit sur une route convenablement construite et entretenue.

Dérapage. — Le dérapage peut être la cause de sérieux dommages. mais il arrive rarement sur une route empierrée, convenablement nettoyée. construite avec de bons matériaux, d'un bombement et d'une courbe normaux.

7e QUESTION

SIGNAUX DE ROUTE

Sur la plupart des routes d'Écosse sont placées des bornes en pierres ou des plaques de fer donnant les distances en milles ou fractions du point où on se trouve aux diverses villes et villages situés sur la route.

Dans un grand nombre de comtés d'Écosse des poteaux indicateurs ont été placés à l'intersection ou à la jonction des routes avec un doigt indiquant la direction des divers endroits et une case donnant aussi les distances. On n'y donne jamais les altitudes.

Les dispositions de la loi sur les automobiles (*Motor car act*), prévoient un arrangement en vue d'adopter un modèle uniforme de poteaux indicateurs, soit pour interdire le passage des automobiles sur certaines routes ou parties de routes, limiter la vitesse des automobiles dans certains endroits, signaler les tournants dangereux, les routes de traverse et les précipices.

Ces poteaux indicateurs ont été placés sur la plus grande partie de l'Écosse.

On joint à cette note des croquis des différents poteaux, de distance, de direction et d'avis aux automobilistes.

On estime qu'il serait bon, qu'en outre des poteaux de direction et de distance placés à tous les croisements de route, chaque ville et village eussent une plaque avec leur nom en grosses lettres placées sur les lignes principales d'accès à ces villes pour la facilité des voyageurs.

8e QUESTION

LA GRAND'ROUTE ET LES TRANSPORTS MÉCANIQUES

Voitures publiques. — Depuis l'avènement de l'automobilisme sur les grandes voies de ce pays, celles-ci ont pris une importance qu'on ne pouvait prévoir et au delà de leur capacité. Bref, la circulation a obligé les autorités publiques à prendre des mesures pour renforcer leurs routes, les élargir quand cela devenait nécessaire pour la sécurité publique et de construire des trottoirs afin de garantir la sécurité des piétons utilisant les grandes voies.

Circulation industrielle. — La circulation sur les grandes voies a été considérablement augmentée de ce chef. De grandes quantités de marchandises, qui étaient autrefois transportées par chemin de fer, passent aujourd'hui sur les grandes routes et cette circulation s'accroît d'année en année.

Tramways. — Toutes les villes possèdent un système de tramways et beaucoup de villes assez distantes les unes des autres sont reliées entre elles par un système de tramways, surtout dans l'ouest de l'Écosse. Ces tramways occupent la partie principale de la route, gênant les autres usagers. Sauf dans certains cas, les compagnies de tramways paient aux autorités locales un droit de permission pour laisser les tramways le long de la route.

Il n'y a pas en Écosse de trains dans les rues.

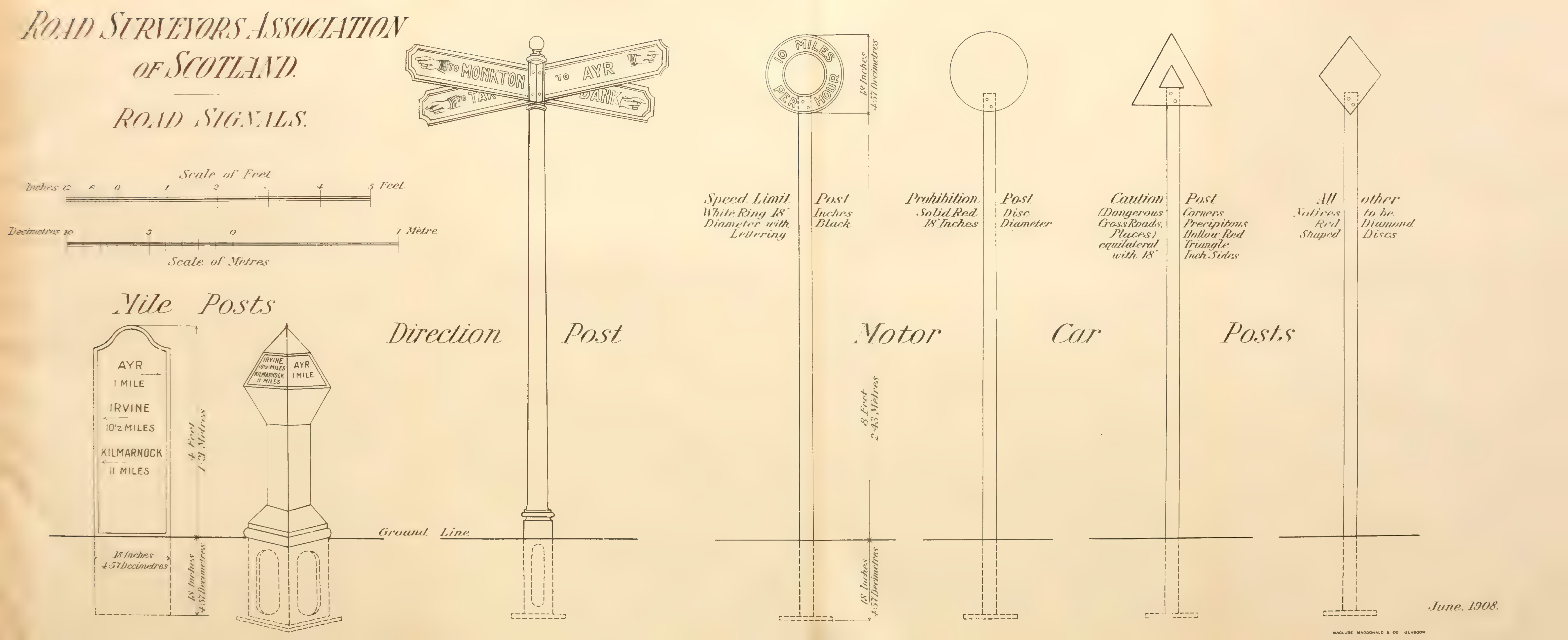
Ayr, mai 1908.

62205. — Imprimerie Lahure, rue de Fleurus, 9, à Paris.

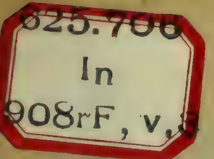
LE

HO

In
B
Deci



Road Surveyors Association of Scotland.
Road Signals.
Scale of Feet
Inches
Feet
Decimetres
1 Metre
Scale of Metres
Mile Posts
AYR
1 MILE
IRVINE
10½ MILES
KILMARNOCK
11 MILES
4 Feet 1·21 Metres
18 Inches 4·57 Decimetres
18 Inches 4·57 Decimetres
IRVINE 10½ MILES KILMARNOCK 11 MILES
AYR 1 MILE
Ground Line
TO MONKTON
TO AYR
Direction Post
10 MILES PER HOUR
18 Inches 4·57 Decimetres
Speed Limit Post
White Ring 18 Inches Diameter with Black Lettering
8 Feet 2·43 Metres
18 Inches 4·57 Decimetres
Prohibition Post
Solid Red Disc 18 Inches Diameter
Caution Post
(Dangerous Corners Cross Roads, Precipitous Places) Hollow Red equilateral Triangle with 18 Inch Sides
All other Notices to be Red Diamond Shaped Discs
Motor Car Posts
June, 1908.
MACLURE MACDONALD & CO GLASGOW



IER CONGRÈS INTERNATIONAL DE LA ROUTE
PARIS 1908

5e QUESTION

EFFETS
DE LA
CIRCULATION MODERNE
SUR LES ROUTES EMPIERRÉES

RAPPORT

PAR

M. L. W. PAGE
Directeur de la Direction des voies publiques des États-Unis
et Président de la Délégation des États-Unis au Ier Congrès International de la Route.

PARIS
IMPRIMERIE GÉNÉRALE LAHURE
9, RUE DE FLEURUS, 9

1908

EFFETS
DE LA CIRCULATION MODERNE
SUR LES ROUTES EMPIERRÉES

RAPPORT

PAR

M. L. W. PAGE

Directeur de la Direction des voies publiques des États-Unis
et Président de la Délégation des États-Unis au 1er Congrès International de la Route.

Les effets de la nouvelle circulation automobile sur les routes empierrées mettent sans aucun doute les ingénieurs des Ponts et Chaussées en face du problème le plus sérieux qu'ils aient jamais rencontré. C'est pour l'étude de ce problème que la République Française, toujours généreuse et toujours en quête de progrès, nous a invité à prendre part à cette Conférence internationale.

C'est à Trésauget, ingénieur en chef du département de la Haute-Vienne, que nous devons le premier traité scientifique sur la construction des routes empierrées. Il distinguait nettement plusieurs types de routes empierrées, dont l'un très généralement adopté dans toute l'Angleterre et l'Amérique, aujourd'hui, est connu sous le nom de système « Telford ». Il est curieux de constater que, si les routes du type « Trésauget » ont pris une grande extension en Angleterre et en Amérique, on en rencontre rarement en France, où le macadam les a presque entièrement supplantées. Le rapport que Trésauget a présenté au Conseil des Ponts et Chaussées en 1775 sur l'entretien des routes est, à mon sens, le meilleur ouvrage sur le sujet. A la suite de Trésauget, Mac Adam fit sa magnifique étude. Depuis l'époque de ces grands ingénieurs, on a réalisé dans la construction des routes bien des changements et des perfectionnements, dont les plus importants sont dus, pour une large part, à l'introduction de la machine, qui économise le temps et la main-d'œuvre.

Mon intention n'est pas de retracer l'histoire de la construction des routes, et si j'y ai fait allusion, c'était simplement pour montrer que la route empierrée moderne a été lente à se développer. Bien que les modes de construction varient quelque peu suivant les pays et les localités, on a toujours eu en vue le même objet : parer sans faire de trop grosses dépenses, à l'usure produite par les véhicules à traction animale, munis de bandages de fer. Jusqu'à ces dix dernières années, on réussissait parfaitement à satisfaire à ces conditions, et la route empierrée était tout ce que l'on pouvait désirer de mieux. Mais la circulation nouvelle des automobiles a modifié ces conditions. Les routes qui autrefois résistaient à l'usure produite par les voitures à chevaux ne tardent pas maintenant à se

dépouiller de matières d'agrégation, à s'ébranler et à se désagréger. Sur les routes les plus fréquentées, les gros nuages de poussière soulevés par les automobiles à allure rapide, dégradent considérablement les matériaux qui composent la route; de plus, le vent transporte cette poussière et la disperse sur les propriétés riveraines à un tel point que dans bien des cas une dépréciation des biens-fonds s'en est suivie en même temps que les riverains et les piétons ont vu diminuer leur bien-être. Le revêtement se désagrège à un tel point que l'eau se fraye un chemin jusqu'à la fondation, ce qui a fait en général augmenter dans une forte mesure les frais d'entretien. La circulation des automobiles augmentant sans cesse, telles sont en résumé les conditions que nous rencontrons aujourd'hui et auxquelles il nous faut satisfaire. Le problème est si sérieux, que les ingénieurs des Ponts et Chaussées de tous les pays civilisés ont concentré tous leurs efforts sur ce point. En utilisant convenablement les substances bitumineuses, on est venu à bout de la plupart des difficultés physiques, mais le prix de revient d'un traitement de ce genre appliqué aux routes est si élevé qu'on a peine à croire pour le moment qu'on puisse jamais le généraliser et y soumettre les milliers et milliers de kilomètres de routes en pleine campagne qui ont à souffrir du fléau.

Comme nous l'avons déjà dit, on a donné de l'extension aux routes empierrées pour parer à l'usure produite par les véhicules à traction animale, munis de bandages en fer, et on a réussi à satisfaire aux exigences de la circulation des faubourgs et des campagnes jusqu'à l'apparition des automobiles. Quand une route de ce genre a atteint son plus haut degré de perfection, la roche dont elle se compose est appropriée à l'intensité et à la nature de la circulation qu'elle doit supporter, de telle sorte que la poussière résultant de l'usure due à la circulation suffit exactement à remplacer celle que balayent le vent et la pluie. Il devrait rester juste assez de poussière pour donner une parfaite cohésion aux pierres du revêtement et former une chape bien égalisée et imperméable. Une route de cette nature subit du fait de la circulation à laquelle elle était destinée, une usure uniforme, et, quand elle est entretenue comme il faut, présente toujours une surface unie.

Quand une route semblable est livrée à la circulation rapide et incessante des automobiles, on se trouve en présence de conditions tout à fait nouvelles. Depuis l'apparition de cette circulation toute moderne, bien des études ont été faites de ses effets sur les routes, tant par les ingénieurs des Ponts et Chaussées que par les ingénieurs-mécaniciens, et l'on a proposé nombre de théories extrêmement intéressantes et ingénieuses pour rendre compte des détériorations subies par les routes de ce fait. Alors que le glissement du pneu, le dérapage, la forme du châssis, la succion et d'autres causes contribuent plus ou moins à détériorer le revêtement, on est généralement d'accord, je crois, pour reconnaître que la succion exercée sur la route par le pneu est la cause principale des dégâts. Néanmoins, ce mémoire a pour but de démontrer que la force de traction

déployée par les roues motrices des automobiles engendre un cisaillement qui est le facteur prépondérant de détérioration.

On a démontré, en reliant à la fois les roues d'avant et celles d'arrière des automobiles à des tachymètres séparés, que les roues motrices glissent

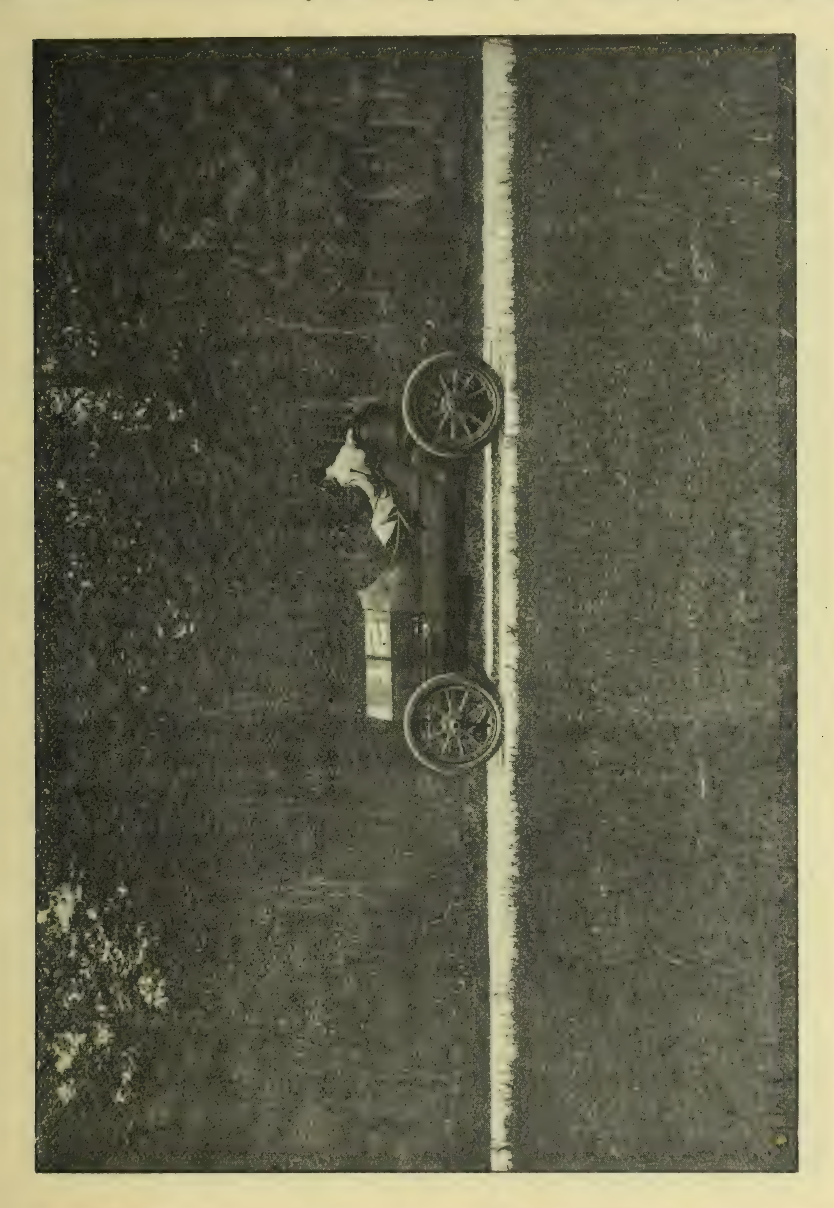


Fig. 1. — 16 kilomètres à l'heure.

beaucoup à la surface de la route ce à quoi il fallait s'attendre, étant données les nombreuses dénivellations du revêtement de la moyenne des routes. Ce dérapage, dû au rétrécissement de la partie du pneu qui porte sur la route, accroît sans aucun doute la quantité de poussière soulevée par suite de la dégradation du revêtement. L'augmentation de celle-ci est

proportionnée aux dénivellations de la route et à la vitesse de l'automobile. Bien que ce soit un facteur important, ses effets diminuent notablement si la route présente un revêtement uni. L'influence du dérapage ne se fait sentir que sur les routes où la circulation des automobiles rapides est très

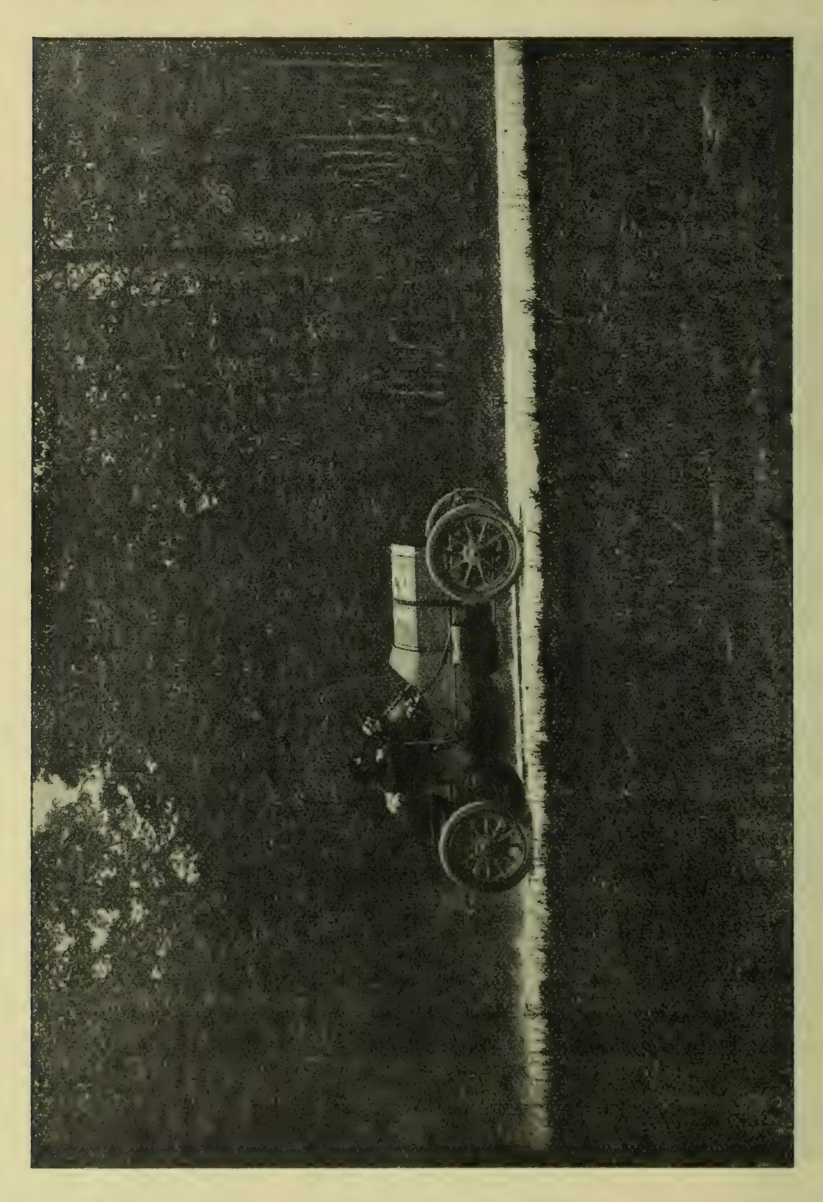


Fig. 2. — 48 kilomètres à l'heure

intense et encore au virage seulement. Le véhicule glisse tangentiellement du sommet de la route vers le ruisseau. Bien qu'il en résulte un gros inconvénient pour ceux qui sont chargés de l'entretien des routes, la détérioration corrélative n'est pas sérieuse et n'entraîne pas à des frais élevés puisqu'elle est généralement restreinte aux courbes plutôt raides.

Je crois qu'on a attaché trop d'importance à l'effet du corps des automobiles et de sa contexture en les accusant de balayer la poussière du revêtement de la route. Un grand nombre d'expériences et d'observations m'ont convaincu que la poussière ainsi chassée du revêtement représen-

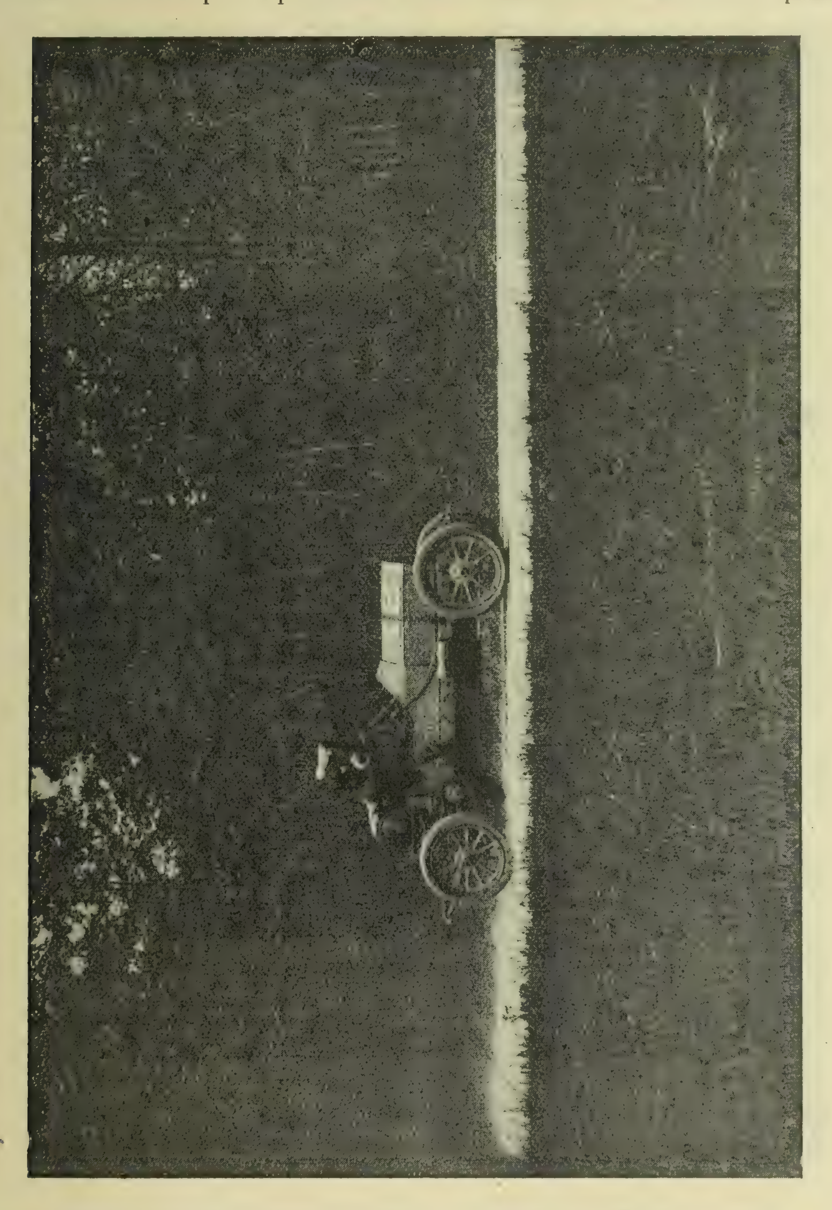


Fig. 5. — 54 kilomètres à l'heure.

tait une quantité bien faible ou même nulle, sauf sur les routes très poudreuses. Cependant le corps de l'automobile et les déplacements d'air qu'elle produit derrière elle communique une accélération importante à la poussière soulevée par les roues, ce qui contribue beaucoup à la dissémination. C'est là un des facteurs qu'il faut considérer comme les plus

importants, car la poussière soulevée par les roues ne serait pas chassée de la route sans les courants d'air produits par le corps de l'automobile, courant qui naturellement dépend beaucoup de sa disposition. Sans aucun doute, il n'y a pas de facteur auquel on ait attribué plus d'importance

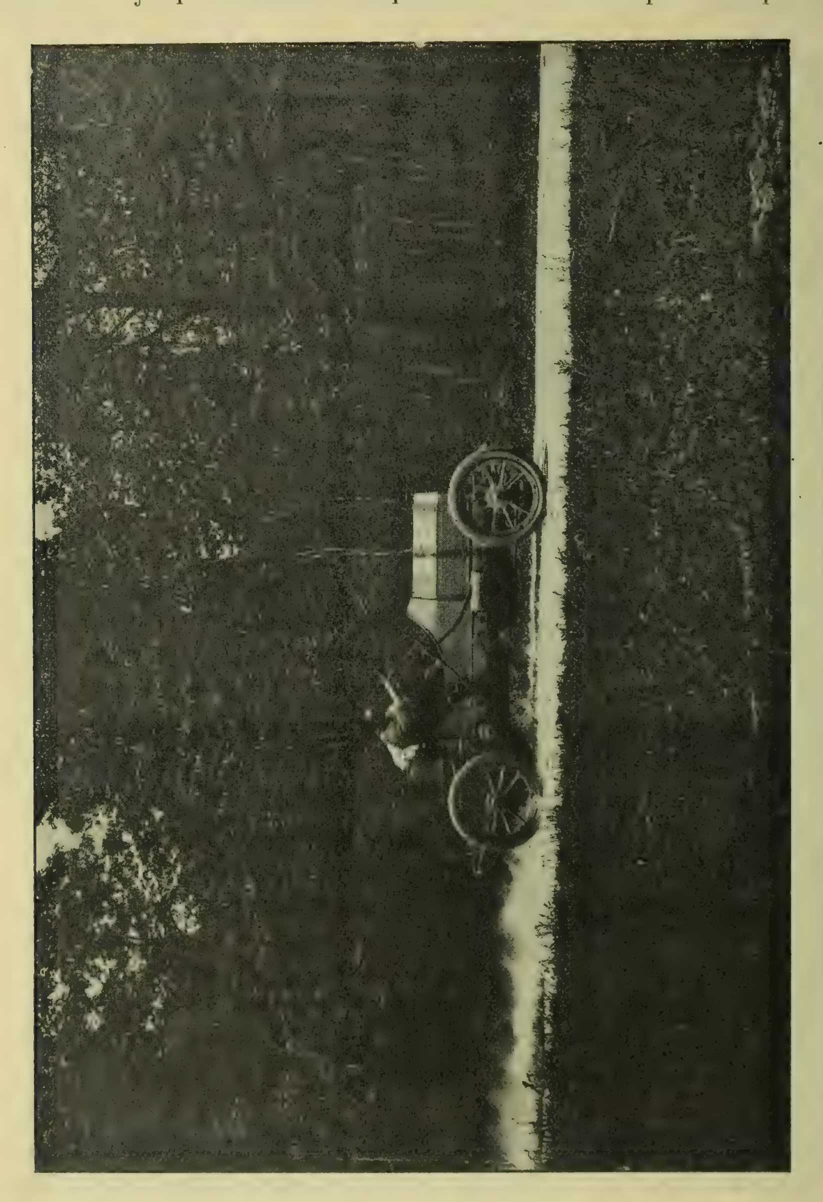


Fig. 4. — 96 kilomètres à l'heure.

qu'à ce qu'on appelle la succion du pneu. Quelques auteurs ont été jusqu'à prétendre que chaque pneu fait légèrement le vide derrière lui, ce qui suffit pour soulever les parcelles les plus fines du revêtement de la route. A mon sens on a beaucoup exagéré la portée de ce phénomène, car s'il a un effet, il est probablement assez faible pour qu'on puisse le considérer

comme négligeable : c'est ce que je m'efforcerai de justifier plus loin.

Sans aucun doute, la cause de détérioration la plus active dans la circulation des automobiles est la grande puissance de traction communiquée à leurs roues motrices. La poussière fine, qui d'ordinaire sert de matière d'agrégation pour le revêtement, se trouve soulevée et répandue dans l'air, jusqu'à ce que le vent l'entraîne au loin ; la partie qui reste sur la route y adhère encore si peu, que la pluie la fait facilement couler dans le ruisseau. Le pneu usant la pierraille de la route, en détache plus ou moins de poussière pour remplacer celle qui se trouve ainsi chassée. Il en résulte que les pierres s'ébranlent et s'arrondissent, offrant ainsi à la traction la résistance la plus intense et permettant à l'eau de se frayer un chemin jusqu'à la fondation.

En vue d'étudier ce phénomène, j'ai dirigé dernièrement une série d'expériences avec des automobiles, de formes et de dimensions différentes, depuis la limousine de 1800 kg jusqu'à la petite voiturette. On allait à des vitesses différentes avec des automobiles et on étudiait leur action sur une section de route empierrée. C'est avec une voiture de course, de 60 chevaux, que l'on obtint les résultats les plus intéressants. Les roues avaient 36 pouces de diamètre (0 m 91), avec des pneus de devant de 4 pouces (10 cm 15) et des pneus d'arrière de 4 1/2 pouces (11 cm 42). Le poids de la voiture, moteur et mécanisme compris, était de 1268 kg. Sur une section horizontale de route empierrée, on effectuait un parcours à des vitesses variant entre 6,4 km à l'heure et 96 km à l'heure, en augmentant chaque fois de 6 km 4 à l'heure. La route d'épreuve était une section d'une route nationale, qui avait été rechargée deux ans auparavant et se trouvait en bon état. Jusqu'à 80 km à l'heure, l'effet produit sur la route était minime ou nul, et même ceux qui assistaient aux essais estimèrent que, jusqu'à 48 km à l'heure on ne cause aucune détérioration sérieuse. Mais à partir de cette limite, l'action produite s'accentuait de plus en plus à chaque augmentation de vitesse. A un point de la route où les vitesses voulues étaient atteintes, des photographes munis des instantanés nécessaires, prenaient des clichés de l'effet produit vu de différents endroits.

J'encarte ici quatre photographies qui je pense donneront une idée très nette de l'action des roues. La fig. 1 l'automobile allant à 16 km à l'heure, la fig. 2 à 48, la fig. 3 à 64 km et la fig. 4 à 96 km à l'heure.

Ce qu'il y a de plus curieux dans ces photographies, c'est la différence d'effet produit sur les routes par les roues de devant et par celles d'arrière. Or, s'il est vrai, comme on l'a prétendu, que les pneus font le vide derrière eux et possèdent un certain pouvoir de succion, cela devrait l'être aussi bien des roues de devant que des roues d'arrière. De nombreuses observations m'ont convaincu qu'il n'en est pas ainsi, et je pense que ce point est mis en évidence par les photographies ci-dessus.

En résumé, le pneu ou tout bandage servant à la propulsion d'un véhicule doit avoir une résistance de traction suffisante pour dépasser la charge

du véhicule. Forcément il en résulte à la surface de la route un cisaillement variable avec le poids et la vitesse du véhicule. Un revêtement en empierrement n'a pas grande force de résistance au cisaillement : il s'ensuit que les matériaux menus qui le composent sont rejetés dans l'air. Une fois soulevées, ces matières menues subissent l'effet des déplacements d'air engendrés par le corps de l'automobile et ensuite par le vent. De cette façon d'importantes quantités de matériaux, dont se compose la route, se trouvent entraînées loin d'elle : il faut finir par les remplacer, ou la route ne tardera pas à se détériorer. D'autres causes peuvent accélérer beaucoup ce processus, mais, en somme, cela suffit pour rendre compte des résultats constatés. Non seulement le cisaillement produit par l'automobile a pour effet ultime d'entraîner la poussière loin de la route, mais encore il désagrège considérablement le revêtement de la route.

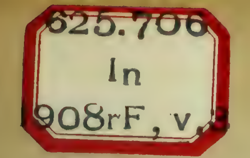
Bien qu'on puisse voir dans les faits relevés plus haut une critique sévère de l'automobile dans ses rapports avec la voirie publique, on ne doit pas oublier un autre côté du sujet qui mérite aussi qu'on y réfléchisse sérieusement. L'application qu'on fait des arts mécaniques pour augmenter le confort et le bien-être des peuples avancés, ne peut que faire naître de nouveaux problèmes, dont la solution dépend forcément de persévérantes recherches. En même temps qu'elle soulève de nouvelles difficultés, elle fournit en général le moyen de les résoudre. En ce sens on peut dire que l'automobile, bien qu'elle tende à dégrader les routes empierrées, a montré le chemin du perfectionnement, non seulement parce qu'elle a rendu nécessaire la construction de chaussées meilleures, mais aussi parce qu'elle a prouvé qu'il y avait urgence à étudier les préservatifs de la route. Avant l'apparition de l'automobile, il existait des routes poudreuses : si les expériences en cours sont couronnées de succès, elles démontreront l'influence vraiment bienfaisante qu'a exercée la circulation des automobiles sur le perfectionnement des méthodes de constructions des routes.

On a indiqué et essayé bien des remèdes pour parer aux effets de cette circulation nouvelle, mais on n'a pas encore trouvé de solution parfaitement satisfaisante du problème. Il est évident qu'on ne peut le résoudre que par l'une ou l'autre des deux méthodes générales suivantes : 1° construction des routes avec des procédés ou des matériaux qui réduisent au minimum la formation de la poussière ; 2° traitement du revêtement des routes déjà construites par des substances qui aboutissent au même résultat. L'utilisation des substances bitumineuses a réussi, somme toute, jusqu'à présent, mais elle est trop coûteuse pour être généralisée. D'autre part, dans les parcs où la circulation des automobiles est prépondérante sans aucun doute, l'application de produits bitumineux enlaidit la route et beaucoup de gens s'y opposent.

Washington, juillet 1908.

(Trad. BLAEVOET.)

62 484. — Imprimerie LAHURE, 9, rue de Fleurus, à Paris.



Ier CONGRÈS INTERNATIONAL DE LA ROUTE
PARIS 1908

5e QUESTION

EFFET DES NOUVEAUX MODES DE LOCOMOTION SUR LES CHAUSSÉES

DÉGRADATIONS DUES AU POIDS

RAPPORT

PAR

MM. CALDAGUÈS et VASSEUR
Ingénieurs des Ponts et Chaussées à Paris.

PARIS
IMPRIMERIE GÉNÉRALE LAHURE
9, RUE DE FLEURUS, 9

1908

EFFET
DES
NOUVEAUX MODES DE LOCOMOTION
SUR LES CHAUSSÉES
DÉGRADATIONS DUES AU POIDS

RAPPORT

PAR

MM. CALDAGUÈS et VASSEUR

Ingénieurs des Ponts et Chaussées à Paris.

EXPOSÉ

Les automobiles en circulation sur les routes comprennent des véhicules de tous poids, depuis les motocyclettes, dont le poids est inférieur à 100 kilogrammes, jusqu'aux camions à marchandises, dont certains atteignent et dépassent même un poids de 20 000 kilogrammes.

Nous ne nous occuperons que des « poids lourds », qui pèsent en charge plus de 5 à 6 tonnes et qui se caractérisent actuellement par l'absence de bandages élastiques, tout au moins aux roues les plus chargées.

Les bandages élastiques en effet atténuent dans une large mesure les chocs et les dégradations causées aux chaussées, surtout lorsque la vitesse n'est pas assez grande pour provoquer une usure, une désagrégation spéciale qui fait l'objet d'une autre question posée au Congrès.

C'est ainsi que sur le trajet suivi par les autobus parisiens on ne constate pas, malgré la fréquence des passages, de destruction particulièrement rapide des chaussées. Même sur l'empierrement il ne se produit

qu'une usure un peu plus grande sans formation de flaches exceptionnelles ni écrasement des matériaux.

Il n'en est pas de même pour les « poids lourds » à bandage métallique, qui, à peu près partout où des services ont été organisés, ont détruit avec une rapidité stupéfiante des chaussées qui résistaient parfaitement à une circulation ordinaire même lourde.

CONSTATATIONS FAITES SUR LES DÉGRADATIONS CAUSÉES AUX CHAUSSÉES PAR DES AUTOMOBILES DE POIDS LOURD

C'est seulement dans le voisinage des grandes villes, ou pour des transports spéciaux, que des services de poids lourds ont été organisés en France. Néanmoins il en existe des exemples assez nombreux pour qu'il ne puisse subsister aucun doute en ce qui concerne l'importance des dégradations causées aux chaussées n'ayant pas une résistance exceptionnelle par les poids lourds circulant à une vitesse assez grande.

En 1900, dans le département du Nord, une locomobile de 12 tonnes remorquant des chariots de 10 tonnes pour l'exploitation d'une carrière ne put continuer son service; les chaussées, empierrées en calcaire, qui étaient en parfait état de viabilité, avaient subi des dégradations telles que les voitures ordinaires hésitaient à s'y aventurer.

Dans la Meuse, un service d'omnibus automobiles de 8 t. 5 et de camions de 11 tonnes, qui a fonctionné du 22 avril 1899 au 15 mars 1901 entre Stenay et Montmédy, a triplé l'usure normale de la chaussée et déterminé la formation de frayés et d'ornières.

A Lyon, à Bordeaux, il existe quelques véhicules automobiles pesant de 6 à 15 tonnes. Mais peu nombreux, circulant à vitesse réduite sur des chaussées généralement pavées, ils n'ont pas donné lieu à des constatations spéciales.

C'est surtout à Paris et dans le département de la Seine que les transports par automobiles de poids lourd ont pris une grande extension.

Sur le chemin de grande communication n° 10, à Nanterre, entre l'usine du *Petit-Parisien* et la route nationale n° 192, il y a en moyenne par jour 40 passages de tracteurs du Petit-Parisien pesant 15 à 16 tonnes et 15 passages de camions automobiles de 12 à 15 tonnes appartenant aux usines à gaz ou à divers autres industriels. La chaussée, constituée par des pavages en boutisses de grès sur fondation de béton exécutés à neuf, partie en 1898, partie en 1904, a subi des dégradations, pavés brisés, formation de trous, de fondrières, telles que en une année on a dû y remplacer plus de 6000 pavés.

Il y a lieu de remarquer que sur la même chaussée une autre partie, pavée en granit, qui supporte la même circulation, se comporte beaucoup mieux et ne présente pas de dégradations exceptionnelles.

A Paris, la circulation des poids lourds de 10 à 15 et même 20 tonnes s'étend à peu près à tous les quartiers, et, dans toutes les voies habituellement suivies par ces véhicules, il se produit rapidement des flaches, des pavés sont cassés ou écrasés.

L'itinéraire sur lequel ces effets ont été les plus accusés est celui suivi par les camions automobiles de la raffinerie Say, se rendant de la gare aux marchandises de la rue de Tolbiac à la raffinerie par les rues de Tolbiac, Nationale, de Clisson et Jeanne-d'Arc.

Ce service de transports automobiles a commencé le 2 juin 1903 avec 8 camions pesant en charge de 19 à 20 tonnes dont trois munis de roues spéciales antidérapantes, à raison de près de 50 voyages aller et retour par jour.

Après 21 jours seulement, le conducteur chargé de l'entretien pouvait écrire : « Presque tous les pavés sont détériorés à tel point qu'ils ne « peuvent plus être réemployés : la plupart sont plus ou moins fortement « éclatés sur les faces latérales et les angles ; d'autres en quantité moindre « sont fendus, brisés en plusieurs morceaux ou écrasés et réduits en pous- « sière. »

Depuis, diverses mesures ont été prises pour atténuer ces effets désastreux. Les bandages antidérapants ont été supprimés. La rue de Clisson, dans laquelle le passage des camions avait donné lieu à des plaintes très vives des riverains, à cause des vibrations ressenties dans les immeubles, a été pavée en bois.

Le pavage de la rue Jeanne-d'Arc a été refait en boutisses de grès d'Yvette 14/20, sur fondation de béton de 0 m. 15, avec interposition d'une couche de sable de 0 m. 10.

La vitesse des camions a été réduite à 5 kilomètres à l'heure. D'ailleurs la Société a abandonné pour l'avenir le type de 20 tonnes pour adopter un modèle plus léger pesant en charge 12 tonnes environ.

Ces mesures ont un peu réduit les dégradations, sans toutefois les supprimer, le pavage en bois n'ayant duré que deux ans et le pavage en pierre présentant encore quelques pavés cassés.

NATURE ET CAUSES DES DÉGRADATIONS CAUSÉES AUX CHAUSSÉES PAR LES AUTOMOBILES DE POIDS LOURD

Le passage des automobiles de poids lourds produit :

sur les chaussées empierrées des ornières et des flaches ;

sur les chaussées pavées en pierre, des trous, des flaches, des dislocations et des ruptures de pavés ;

sur les chaussées pavées en bois, l'écrasement des fibres du bois qui sont couchées en sens inverse du mouvement des véhicules.

Les dégradations causées au pavage en pierre sont les plus intéressantes

à étudier, car c'est le revêtement qui paraît le plus apte à résister à la circulation des camions automobiles.

Particulièrement sur les pavages en grès, on constate l'écrasement superficiel de quelques pavés : la partie supérieure se détache sous forme d'écale de quelques centimètres d'épaisseur; sous l'effet des passages successifs, l'écale se brise puis s'écrase laissant une couche de sable à la surface du pavé. Si l'effet se prolonge il arrive souvent que les pavés voisins sont dégradés à leur tour et il se produit peu à peu des flaches qui se transforment rapidement en de véritables trous.

Les dégradations exceptionnelles causées aux chaussées par les automobiles de poids lourd peuvent être attribuées :

à leur poids ;
à leur vitesse ;
à leur mode de construction ;
à leur mode de propulsion.

Comme toutes les voitures lourdement chargées, les automobiles produisent des effets dus au poids, écrasement des matériaux et formation d'ornières pour l'empierrement, écrasement des fibres du bois pour le pavage en bois, épaufrement des arêtes et formation de trous pour le pavage en pierre.

Sur l'empierrement, le poids a une grande importance, la charge par centimètre de largeur de jante atteignant des valeurs très élevées, 250 kilos ou même plus, alors que beaucoup de chaussées ne peuvent supporter que 100 à 150 kilos.

Mais particulièrement sur les revêtements plus résistants, le pavage en pierre notamment, les automobiles de poids lourd produisent des dégradations plus importantes que les voitures à chevaux de même poids. La nature de ces dégradations n'est pas non plus la même. Alors que les voitures à chevaux ne font qu'user les pavés ou quelquefois y produire des fentes verticales, les automobiles détachent en outre des écales horizontales : ce fait ne peut être attribué qu'à un choc horizontal, choc très important puisqu'il est dû à la vitesse de translation du véhicule qui est très supérieure à la vitesse de chute correspondant aux dénivellations du pavage.

Le mode de construction des automobiles contribue encore à augmenter ce choc horizontal qui ne peut se produire avec les voitures à chevaux dont les roues sont libres sur l'essieu. Aucun organe ne donnant au châssis une élasticité longitudinale, la masse totale de la voiture, chargement compris, intervient dans le choc horizontal tandis que le poids de la partie non suspendue seul agit intégralement dans le choc vertical.

Enfin les roues motrices exercent sur le sol un effort horizontal très considérable en sens inverse du déplacement. Sur l'empierrement les cailloux sont déplacés, parfois chassés de leurs alvéoles. Sur le pavage en

bois, les fibres sont couchées en sens inverse de la marche. Le freinage produit des effets analogues.

Parmi ces éléments, poids, vitesse, mode de construction et mode de propulsion, la vitesse est celui sur lequel il est le plus facile d'agir. Il était donc intéressant de préciser son influence sur les dégradations causées aux chaussées.

INFLUENCE DE LA VITESSE SUR LES DÉGRADATIONS CAUSÉES AUX CHAUSSÉES PAR LES AUTOMOBILES DE POIDS LOURD

Nous avons procédé à quelques essais sur diverses natures de revêtements avec un tonneau automobile pesant 12 t. 5 qui appartient à la Ville de Paris : les roues avant ont un diamètre de 0 m. 80 et une largeur de 140 millimètres, les roues arrière ont un diamètre de 1 mètre et une largeur de 390 millimètres.

Nous n'avons pas fait d'essais sur pavages en bois, ceux-ci résistant bien au moins pendant quelques mois.

Nous résumons ci-après, sommairement, les résultats des autres essais.

I. — Sur empierrement.

Boulevard Berthier, près de l'Avenue de Clichy.

La chaussée était en porphyre en médiocre état. Deux pistes de 65 mètres de longueur étaient parcourues, l'une à petite vitesse (5 kilomètres environ), l'autre à grande vitesse (14 kilomètres environ). Après 110 passages la piste à petite vitesse était peu usée. La piste à grande vitesse présentait des dégradations importantes, particulièrement dans les virages. En certains points le macadam était complètement désagrégé.

II. — Sur asphalte.

Place des Batignolles.

Une piste circulaire était parcourue à la vitesse de 5 à 6 kilomètres à l'heure sur la moitié de la longueur, 13 à 15 kilomètres sur l'autre moitié.

Dès le 4e tour, des fissures se sont produites en certains points. Ces fissures se sont progressivement étendues et au 100e tour il existait plusieurs flaches dont une assez importante, où l'asphalte offrait l'aspect d'une terre malléable.

Mais ces dégradations s'étendaient à toute la piste et non pas seulement à la partie parcourue à grande vitesse. Elles paraissaient correspondre à

des points où l'asphalte était déjà en mauvais état, mal appuyé par les bordures, ou voisin de pièces produisant des dénivellations.

Des échantillons ont été prélevés en différents points de la piste et soumis à des essais à la compression. D'après les résultats obtenus il ne semble pas que le passage du tonneau ait eu pour effet de diminuer la résistance des parties saines.

III. — Sur pavage en pierre.

1° Rue du Rocher sur un pont métallique et aux abords.

Pavage en grès d'Yvette $10 \times 16 \times 16$ en bon état, datant de 1891, réparé en 1903. Le tonneau a circulé successivement aux vitesses de 7,2 km, 9,7 km, 11,2 km, 16,2 km. Après le passage à 9,7 km, un tassement s'est manifesté dans le pavage aux abords du pont. Après le passage à 11,2 km d'assez nombreux pavés ont été déchaussés. Après le passage à 16,2 km, plusieurs ont été trouvés brisés avec formation d'éclats horizontaux.

Sur le pont, où le pavage était de même nature, avec joints coulés au mortier, aucune dégradation n'a été constatée, ce qui peut être dû à l'élasticité de l'infrastructure métallique.

2° Rue Cardinet, au droit du square.

Pavage en grès d'Yvette, $14 \times 20 \times 16$ en mauvais état. Après 10 passages, aucune dégradation n'a été constatée, mais la vitesse n'a pas dépassé 6 kilomètres à l'heure.

3° Rue des Grandes-Carrières.

Pavage en grès 23³ en médiocre état, à joints très larges, avec petite zone en grès d'Yvette $14 \times 20 \times 16$ au point où s'effectuait le virage.

Le tonneau automobile parcourait deux pistes avec des vitesses de 4 et 10 kilomètres à l'heure.

Après 30 passages, les seules dégradations constatées sur le pavage de 23³ consistaient en décollements de joints. Dans la partie en $14 \times 20 \times 16$, beaucoup de pavés étaient écornés.

4° rue Lecourbe.

Pavage en grès d'Yvette $14 \times 20 \times 16$ en médiocre état, à joints très larges. Le tonneau parcourait deux pistes avec des vitesses de 5 et 13 kilomètres à l'heure.

Après 20 passages il n'a pas été constaté d'autre dégradation que des décollements de joints.

5° rue Croix-Nivert.

Pavage en porphyre, 15³ non remanié depuis 40 ans, à joints partiellement dégarnis.

Après 10 passages à 5 et 13 kilomètres à l'heure, il n'a été constaté que quelques déversements de pavés.

Ces différents essais ne sont pas très concluants ; cela ne saurait sur-

prendre, car des dégradations importantes ne se produisent sur le pavage qu'après une circulation intensive de plusieurs mois et il est pratiquement presque impossible, en raison de la dépense que cela entraînerait, de réaliser expérimentalement ces conditions.

Cependant l'influence de la vitesse ressort d'une manière assez nette. Dans une seule expérience nous avons pu réaliser une vitesse de 16 kilomètres à l'heure et un seul passage a suffi pour briser plusieurs pavés. Nous n'avons pu reproduire cette vitesse, car les chocs devenaient très pénibles pour le mécanicien et détérioraient le moteur.

Les dégradations causées au pavage par les automobiles de poids lourd sont dues à un choc horizontal qui produit un effet de cisaillement. Par assimilation aux lois du choc longitudinal [1] on peut, semble-t-il, admettre que les effets sont proportionnels à la vitesse et à la racine carrée du poids, la vitesse étant la vitesse de déplacement, et le poids, le poids total.

Les constatations faites et les expériences montrent en même temps que ce sont les pavages de grès qui souffrent le plus de la circulation des automobiles de poids lourd, que les pavages établis sur fondation de béton, plus unis, résistent mieux, et que les pavages en matériaux durs, granit, porphyre, sont ceux qui donnent les meilleurs résultats.

AMÉNAGEMENT DES ROUTES EN VUE DE LA CIRCULATION DES AUTOMOBILES DE POIDS LOURD

En l'état actuel de la question il n'y a lieu d'envisager que l'empierrement et le pavage en pierre, le pavage en bois et l'asphalte étant des revêtements exceptionnels, qui ne peuvent être employés que dans quelques grandes villes.

L'empierrement résiste mal à la circulation des poids lourds. Mais on ne peut songer à convertir en pavage toutes les routes, et lorsque la circulation automobile n'est ni très lourde, ni très intense, on peut se contenter d'augmenter la résistance de l'empierrement.

Pour cela il faut :

- employer des matériaux durs;
- augmenter la cohésion.

On augmente la cohésion par un cylindrage plus prolongé et par l'emploi d'un liant convenable.

Une matière d'agrégation calcaire, légèrement argileuse, l'emploi d'eau de chaux, peuvent à ce point de vue donner de bons résultats.

1. Nous rappelons que dans le cas d'un choc longitudinal la formule donnant l'allongement maximum d_m d'une barre de poids P, recevant le choc d'un poids Q animé d'une vitesse V, est, en négligeant l'inertie de la barre et en appelant ω la vitesse de propagation du son dans la barre :

$$-d_m = \frac{V}{\omega}\sqrt{\frac{Q}{P}}.$$

Le goudronnage augmente beaucoup la cohésion superficielle, c'est un excellent remède lorsque des considérations financières n'en interdisent pas l'emploi.

Mais toutes les fois que la circulation des automobiles de poids lourd est intensive ou très lourde, il faut avoir recours au pavage, et, pour être résistant, le pavage doit être établi en matériaux durs, sur fondation de béton, avec interposition de 0,08 à 0,10 de sable, avec un bombement régulier et de manière à réaliser une surface aussi unie que possible.

RÉSUMÉ ET CONCLUSION

En résumé, la circulation des automobiles de poids lourd produit sur les chaussées des dégradations très importantes :

Écrasement des matériaux, formation de frayés et d'ornières pour l'empierrement ;

Dislocation et rupture de pavés, enlèvement d'éclats horizontaux par cisaillement, formation de flaches et de trous pour le pavage en pierre ;

Écrasement des fibres du bois qui sont couchées en sens inverse de la marche pour le pavage en bois ;

Écrasement des parties de moindre résistance pour l'asphalte.

Ces dégradations peuvent être attribuées :

Au poids des automobiles qui atteint jusqu'à 20 tonnes ;

A leur vitesse, double ou triple des voitures à chevaux de même poids ;

A leur mode de construction, essieux rigides, manque d'élasticité horizontale, bandages étroits ;

A leur mode de propulsion, les roues motrices produisant un effort horizontal très important.

On peut augmenter la résistance des chaussées empierrées à la circulation des automobiles de poids lourd :

En employant des matériaux durs ;

En augmentant la cohésion par :

- Un cylindrage plus prolongé ;
- L'emploi de liants convenables, calcaire légèrement argileux, eau de chaux ;
- Le goudronnage.

Toutes les fois que la circulation automobile est très lourde ou très intense, il faut avoir recours au pavage à bombement régulier et surface unie, en matériaux durs, sur fondation de béton, avec interposition de 0,08 à 0,10 de sable.

Paris, mai 1908.

---

62 059. — Imprimerie LAHURE, rue de Fleurus, 9, à Paris.

SCHLUSSFORDERUNGEN

Der Automobillastenverkehr verursacht zusammengenommen sehr bedeutende Beschädigungen den Strassen :

Die Materialien werden zerquetscht und Furchen und Löcher bilden sich im Steinschlag. Das Pflaster löckert sich und bricht; er zersplittert sich durch Einschneiden und im Steinpflaster werden Stücke ausgesprengt und Löcher bilden sich.

Die Fasern des Holzpflasters, welche der Fahrrichtung entgegengesetzt liegen, werden zerquetscht.

Das gleiche gilt von den weniger widerstandsfähigen Asphaltteilen.

Diese Beschädigungen können auf die folgenden Ursachen zurückgeführt werden :

Auf das Gewicht der Automobile, das auf 20 Tonnen erreicht.

Auf ihre Schnelligkeit, die zwei- oder dreifach die von Pferdewagen desselben Gewichtes übersteigt.

Auf die Bauart, die starren Achsen, den Elasticitätsmangel in der Horizontalen, und die zu schmale Bereifung.

Auf die Art und Weise des Forttriebs, denn die Triebräder bewirken eine bedeutende Beanspruchung in der Horizontalen.

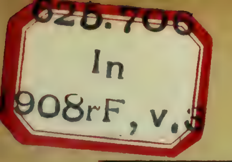
Die Widerstandsfähigkeit der beschotterten Chausseen gegen den Automobillastenverkehr lässt sich erhöhen :

Durch Verwendung harter Materialien und durch Verbesserung ihrer Kohäsion : zu diesem Zwecke kann ein andauerndes Einwalzen vorgenommen werden; ferner empfehlen sich geeignete Bindemittel : leicht tonhaltiger Kalkkiesel und Kalkwasser; endlich die Teerung.

So oft es sich um einen intensiven Automobilverkehr oder um Lastenautomobile handelt, muss man zu einer regelmässig gewölbten Pflasterung mit glatter Oberfläche seine Zuflucht nehmen; dieselbe hat auf einem Unterbau von Beton zu ruhen, mit einem Sandzwischenbett von 8 bis 10 Centimeter Dicke.

(Übersetz. Blaevoet.)

Caldaguès et Vasseur.



Iᴱᴿ CONGRÈS INTERNATIONAL DE LA ROUTE
PARIS 1908

5ᵉ QUESTION

EFFETS DES NOUVEAUX MODES DE LOCOMOTION SUR LES CHAUSSÉES

DÉGRADATIONS DUES A LA VITESSE

RAPPORT

PAR

M. MAHIEU

Ingénieur des Ponts et Chaussées à Paris.

PARIS
IMPRIMERIE GÉNÉRALE LAHURE
9, RUE DE FLEURUS, 9

1908

EFFETS DES
NOUVEAUX MODES DE LOCOMOTION
SUR LES CHAUSSÉES
DÉGRADATIONS DUES A LA VITESSE

RAPPORT

PAR

M. MAHIEU

Ingénieur des Ponts et Chaussées à Paris.

Dès que quelques voitures automobiles commencèrent à circuler sur les routes, le public constata une augmentation sensible de la quantité de poussière soulevée par rapport aux voitures à chevaux, et très rapidement des plaintes se produisirent de la part des riverains. Les haies, les jardins, les maisons bordant certaines routes des environs de Paris, parcourues surtout les dimanches et jours de fêtes par des autos sans cesse plus nombreuses, furent en temps sec couvertes d'une épaisse couche de poussière qui en rendait l'entretien et l'habitation des plus pénibles. En même temps, l'attention des services chargés de l'entretien des chaussées fut appelée sur l'usure anormale des revêtements empierrés, corrélative de la plus grande quantité de poussière, c'est-à-dire de produits de la destruction. Toutefois, au début, les inconvénients ne parurent pas excessifs, mais les automobiles augmentant en puissance, en poids et en vitesse, ces effets furent vite rendus plus sensibles, et de toutes parts des cris d'alarme s'élevèrent demandant aux pouvoirs publics d'étudier la question et d'indiquer les moyens de remédier à cette usure extra-rapide. Aussi, dès le 15 avril 1906, M. le Ministre des travaux publics institua-t-il à Paris une Commission chargée d'étudier la suppression de la poussière

et la conservation des chaussées et lui demanda-t-il de hâter ses travaux autant que le permettraient les variétés et les difficultés du problème[1].

Cette Commission, après avoir procédé à une enquête générale dans toute la France sur l'importance des dégradations faites aux chaussées par le passage des autos de toute nature et sur les moyens employés pour y remédier, a, entre autres desiderata, estimé qu'il convenait de suivre de plus près les courses d'automobiles à grande vitesse qui devaient avoir lieu, en 1907, en Allemagne, au Taunus, et en France, à Dieppe et à Lisieux. En effet, quelques rapports laissaient croire qu'aucune chaussée empierrée ne pouvait résister au passage d'un certain nombre de véhicules lancés à des vitesses de plus de 100 km à l'heure, et l'on commençait à parler couramment de routes absolument défoncées après telle ou telle course. Dans ces conditions, la Commission a prié M. le Ministre de vouloir bien désigner une Sous-Commission composée de MM. Heude et Walckenaer, ingénieurs en chef, Le Rond, Mahieu et Caldaguès, ingénieurs ordinaires des ponts et chaussées, à l'effet d'étudier l'état des routes empruntées par les divers circuits de 1907, avant et après la course. Cette Sous-Commission a résumé ses travaux dans trois rapports qui ont été acceptés par la Commission en séance plénière, et dont nous allons ci-après rappeler les conclusions.

Tout d'abord, elle a pu constater *de visu* qu'une route peut supporter le passage de véhicules, aussi rapides soient-ils, à la condition d'être bien construite et bien homogène et, ajouterons-nous, que la matière d'agrégation de sa surface soit maintenue en place par un arrosage, un goudronnage ou tout autre procédé. Et, en effet, dans tous les cas, nous avons vu après la course que, sans la présence d'un agglutinant et dans les situations les plus favorables, la mosaïque de la chaussée était complètement mise à nu, les arêtes des pierres qui la composent étant à vif, sans aucune poussière.

A Hombourg (Allemagne) notamment, où la chaussée était composée de quartzite d'excellente qualité et de basalte, où un westrumitage soigné avait été opéré et où enfin une pluie bienfaisante avait, pendant les deux ou trois jours qui ont précédé l'épreuve, bien mouillé le revêtement, la piste suivie par les automobiles de la course apparaissait absolument nette, sans poussière, ni détritus, tandis que les accotements à droite et à gauche étaient recouverts d'une couche de poussière brune composée de matière d'agrégation de la chaussée imprégnée de westrumite. On peut donc

1. Cette Commission est composée de : MM. Hetier, inspecteur général des ponts et chaussées, chargé des services ordinaire et vicinal du département de la Seine, président ; Heude, ingénieur en chef des ponts et chaussées, chargé des services ordinaire et vicinal du département de Seine-et-Marne ; Walckenaer, ingénieur en chef au corps des mines, chargé de la surveillance des appareils à vapeur du département de la Seine ; Monet, ingénieur en chef des ponts et chaussées, chargé du service ordinaire de Seine-et-Oise ; Sigault, Le Rond, Mahieu, Caldaguès, Lorieux, Arnaud, Guillet, ingénieurs des ponts et chaussées ; Le Gavrian, ingénieur des ponts et chaussées, secrétaire.

dire sans crainte d'être contredit que la route avait été, sur le parcours suivi par les coureurs, balayée à vif et mieux que n'eût pu le faire n'importe quel appareil et n'importe quel cantonnier.

Sur le circuit de Lisieux, où la chaussée était construite en quartzite ou en silex, dans les parties non protégées, de nombreuses pierres roulantes avaient été arrachées de la chaussée en même temps que la matière d'agrégation. Pareil fait se produit d'ailleurs sur une route quelconque non seulement après une course, mais encore après le passage des voitures de tourisme dès qu'elles atteignent une certaine puissance et une grande vitesse.

A Dieppe, où les routes avaient été goudronnées sur la largeur suffisante pour assurer le passage d'une voiture de course et où la chaussée était tout entière composée de silex, les effets produits ont été identiques, c'est-à-dire que toutes les matières d'agrégation avaient disparu de la piste, que dans certains points le goudron de surface avait été arraché, laissant la mosaïque de la chaussée à nu et que, dans certaines rampes, de petites pierres roulantes parsemaient la voie. Dans ces conditions, on peut conclure que la vitesse des autos a pour effet :

1° D'enlever à la chaussée la matière d'agrégation qui en réunit les matériaux et les empêche de se briser soit entre eux, soit sur le choc des roues des véhicules;

2° De sortir de leurs alvéoles les petites pierres et de les lancer sur la route à l'arrière et de chaque côté du véhicule.

Nous ajouterons, d'ailleurs, qu'avec un bon arrosage, soit à l'eau pure, soit à l'eau additionnée d'un sel quelconque, et surtout avec le goudronnage, il est possible de résister victorieusement à ces effets destructeurs, et l'exemple du circuit de Dieppe, dont toutes les routes sont restées intactes, non seulement après la course même, mais encore après l'intense circulation automobile qu'elles ont subi avant et après, est absolument typique.

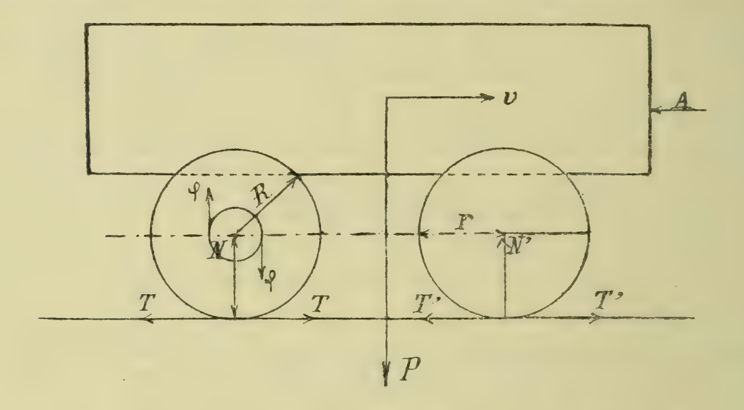
Dans les virages, l'action destructive des véhicules rapides est infiniment plus accentuée et dans tous les circuits ce n'est qu'en redoublant de soins qu'on a pu arriver à les maintenir. Tous ceux qui n'ont subi que des dégâts insignifiants avaient eu leur profil relevé et leur revêtement durci soit par un goudronnage, soit par la constitution d'une chaussée en béton de chaux ou de ciment. Ce dernier procédé nous paraît d'ailleurs excessif pour assurer la circulation ordinaire et nous ne voulons retenir de cette partie du travail de la Sous-Commission que la possibilité de maintenir le revêtement de la chaussée en bon état, même dans les virages les plus accentués et ce malgré l'adjonction de la force centrifuge aux causes de destruction existant dans la ligne droite.

Est-il possible d'évaluer l'intensité et de déterminer la direction des forces qui causent la destruction du revêtement? Évidemment oui, et nous nous proposons d'indiquer ci-après les éléments qui permettent de les calculer.

Prenons une voiture automobile portée par 2 essieux et 4 roues, l'essieu d'avant étant porteur et celui d'arrière porteur et moteur, ce qui est le cas général.

Cette voiture avance sur la route sous l'action d'un couple moteur φ appliqué à ses roues arrière de rayon R. Ce couple développe, puisque la voiture avance et que la roue R ne glisse pas sur le sol, une force égale et directement opposée à celle T qui fait avancer la voiture. Cette force T étant libre agit sur le revêtement dans le sens horizontal et c'est elle qui rejette en arrière les sables et les petites pierres, expliquant ainsi un phénomène constaté par l'expérience.

Quant à la roue d'avant, elle agit par simple frottement de roulement



et si N' est la réaction normale du sol correspondante et f le coefficient du frottement du bandage sur la chaussée, sa valeur maxima est : $N'f = T'$.

Sous l'action de ces deux forces T et T' les molécules de la chaussée sont mises en mouvement et c'est ici qu'intervient l'action du vent causé par l'introduction de la voiture lancée à une vitesse v dans la masse d'air environnante. On sait que la résistance du vent peut se déterminer par une formule du genre de :

$$A = K.S.v^2$$

où K est un coefficient = souvent 0,088 ; S la section verticale de l'avant de la voiture et v la vitesse en mètres pas seconde. Les molécules refoulées par cette pression compriment d'autant la masse d'air qui se trouve devant elles et celle-ci se décomprime en fuyant de tous les côtés de la voiture Dans ces conditions, il s'établira sous elle un vif courant d'air qui emporte en tourbillonnant les pierres désagrégées par les forces T et T'.

Dans les virages, à ces diverses forces s'ajoute la force centrifuge dont la valeur est $\frac{P}{g} \times \frac{v^2}{\rho}$, P étant le poids de la voiture, v sa vitesse en mètres seconde et ρ le rayon de courbure du virage.

On voit donc que le calcul, comme l'expérience, indique nettement que les dégradations de la chaussée sont plus fortes dans les courbes qu'en ligne droite.

Cherchons à déterminer T.

La limite de la force T est évidemment celle qui est imposée par l'adhérence, c'est-à-dire qu'elle est au maximum égale à Nf si N est la réaction verticale du sol correspondant à la roue motrice et f le coefficient d'adhérence ou de frottement sur le sol. Ce coefficient est essentiellement variable avec la nature du bandage et l'état du revêtement de la chaussée, et il peut varier de 0 m. 20 à 0 m. 60. L'expérience seule peut en déterminer la valeur en chaque cas et nous croyons savoir que des essais très sérieux sont effectués en ce moment pour étudier ce coefficient sous le patronage de l'A. C. F.

En ce qui concerne les réactions N et T, elles peuvent s'établir en écrivant que la voiture considérée comme système indéformable est en équilibre dynamique (voir *Études dynamiques des voitures automobiles* de M. Petot, professeur à la Faculté des sciences de Lille).

On en déduit en palier et en ligne droite :

Pour une roue motrice : $T = \left(\frac{P}{2} - N\right) f_1 + \frac{P}{2}\frac{\gamma}{g} + \frac{A}{2}$,

Pour une roue porteuse : $T' = N' f_1$;

Où P = poids total de l'automobile;

N = réaction normale du sol correspondant à une roue motrice;

N' = réaction normale du sol correspondant à une roue porteuse;

f_1 = coefficient de traction 0,025 en moyenne pour les chaussées empierrées et 0,02 pour les chaussées pavées;

γ = accélération de la voiture;

g = accélération de la pesanteur;

A = résistance de l'air.

Dans une pente ou dans une rampe, il suffit d'ajouter la valeur $\pm \frac{Pi}{2}$, mais l'ensemble de ces forces doit toujours être inférieur au produit Nf.

Supposons $f = 0,35$ valeur normale et une auto de 1800 kg, dont $\frac{1000}{2}$ à l'arrière et $N' = \frac{800}{2}$ à l'avant, nous aurons comme limite de T :

$$\frac{1000}{2} \times 0,35 = 175 \text{ kg}$$

et comme valeur réelle :

$$\left(\frac{1800}{2} - 500\right) 0,025 = 400 \times 0,025 = 10 \text{ kg}.$$

C'est cette force de 10 kg qui agit sur le revêtement et l'on remarque qu'à la moindre accélération de vitesse elle subit une augmentation considérable du fait des termes $\frac{P}{2}$, $\frac{\gamma}{g}$ et $\frac{A}{2}$.

En réalité, pour une surface de 1 m², on a, avec $K = 0,088$ pour les valeurs de A, le tableau suivant :

A, en kilogrammes.	Vitesse à la seconde.	Kilomètres à l'heure.
0,088	1	3 kg 600
8,8	10	36 kg
19,80	15	54 kg
80,20	30	108 kg

Avec $K = 0,005$ et v en kilomètres à l'heure (formule de M. Bourlet), on obtient les valeurs de A correspondantes 0 kg 065, 6 kg 48, 14 kg 580 et 58 kg 32 par mètre carré de section verticale de l'auto.

Quant au terme $\frac{P\gamma}{2g}$, si l'on observe que le passage d'une vitesse à l'autre se réalise dans des intervalles très restreints (quelques secondes), et que le fait se reproduit à chaque instant, il atteint de suite, pour une voiture un peu lourde, une importance considérable.

En résumé, le calcul fait ressortir aussi bien que l'expérience que, pour les voitures automobiles rapides, les efforts à la jante sont susceptibles de provoquer sur le revêtement de la route des efforts qui peuvent atteindre une valeur considérable.

Dans les virages, à cet effet, s'ajoute la force centrifuge égale à $\frac{P}{g}\frac{v^2}{\rho}$ et qui tend à faire glisser la roue extérieure de l'auto sur le revêtement. Le glissement étant empêché par l'adhérence et le frottement, c'est la chaussée qui supporte ce nouvel effort et, par suite, il est indispensable de la renforcer.

On a, d'autre part, constaté que, lorsqu'une chaussée était en mauvais état et présentait des flaches, les dégradations se produisaient beaucoup plus vite et devenaient encore plus importantes. Diverses hypothèses peuvent expliquer ce fait, mais nous ne retiendrons, en ce qui nous concerne, que deux actions :

1° Les chutes brusques dans une ornière ou une flache produisent un choc instantané et par suite une augmentation des valeurs de N ou de N';

2° Un choc horizontal sur le bord aval de la flache et par suite le soulèvement des matériaux qui en composent les parois.

On peut obtenir une idée de l'intensité et de la direction de l'effort dû au choc dans une flache ou une ornière par le raisonnement suivant :

Supposons l'auto de poids P marchant à la vitesse v en mètres à la

seconde et passant sur une flache de profondeur h et considérons une roue motrice.

L'effort tangentiel exercé sur la chaussée a comme valeur :

$$T = \left(\frac{P}{2} - N\right) f_1 + \frac{P\gamma}{2g} + \frac{A}{2}.$$

La roue tombe en même temps dans la flache avec une vitesse égale à $\sqrt{2gh}$ et il en résulte une force vive égale à $\frac{\alpha P}{2g} \cdot 2gh$, αP étant la fraction du poids de l'auto reposant sur la roue motrice.

Dans ces conditions, on voit qu'au point de la jante, reposant sur le sol, il existe 2 forces, l'une horizontale T et l'autre verticale αPh. La première est très importante et la seconde faible, mais suffisante pour imposer à la résultante générale une légère inclinaison sur l'horizontale et par suite lui faire exercer sur le revêtement un effort de soulèvement.

Quand au contraire une roue, même munie de pneumatiques, rencontre sur la chaussée une dépression, une pierre, un obstacle quelconque dont la hauteur est supérieure à l'enfoncement du bandage, l'effet qui a permis à un constructeur de dire que le pneu boit l'obstacle ne se produit plus, et la roue bondit sur le sol, cessant pour un instant très court d'y reposer. Sous l'action du couple moteur, elle s'emballe légèrement et, quand elle retombe sur le sol, elle ne rattrape sa vitesse normale qu'en développant un effort de frottement spécial et par suite une usure anormale du revêtement.

Dans les rampes, même en ligne droite, l'expérience a fait constater que les dégradations de la surface étaient toujours plus fortes qu'en palier et nous avons pu voir sur la route nationale n° 186, parcourue par les voitures d'essais de quelques constructeurs, à très grande vitesse, la chaussée percée de deux ornières depuis le bas de quelques côtes jusque près du sommet.

Cette augmentation paraît due à ce que tout automobiliste devant gravir vivement une côte lance sa machine quelques mètres avant d'arriver au pied en déployant toute la force dont il dispose. Dans ces conditions, le couple moteur imprime aux roues arrière une vitesse qui devient rapidement supérieure à celle que comporte le roulement pendant la montée. Il s'ensuit tout naturellement que ces roues arrière patinent plus ou moins fort sur la chaussée et qu'à l'effort normal de roulement il s'ajoute un effet spécial de frottement comparable à l'action d'une meule sur une surface. Grâce à ce patinage, l'équilibre se rétablit au fur et à mesure que la rampe se gravit et, en arrivant près du sommet, toute trace de dégradation spéciale disparaît.

M. Douglas Mackenzie (A. M. J. Mech E, *The incorporated institution of automobile Engineers*) a fait sur cette partie de la question des études assez précises, et nous sommes d'accord avec lui pour reconnaître qu'il

se produit dès que l'auto est un peu forte, même en palier, et que presque toujours la roue arrière tourne plus vite que la roue avant, produisant ainsi fatalement un frottement sur la chaussée.

Le remède pratique nous paraît consister dans l'emploi de matériaux durs et résistants pour la constitution de la chaussée et surtout dans un meilleur équilibre de la force du moteur et du poids de la voiture.

Enfin l'expérience a établi que les pneumatiques, dont tous les points sont en cours de route soumis alternativement à une compression et à une dilatation, ont une action destructive sur la chaussée, puisque celle-ci en a une sur eux-mêmes et tous les constructeurs cherchent aujourd'hui à les protéger contre l'usure par tous les moyens. Cette usure réciproque est indubitablement facteur de la vitesse, l'effet de ventouse aussi bien que le frottement des parois extérieures des pneus contre le revêtement au cours des alternatives de compression et de dépression qu'ils subissent étant d'autant plus énergique que la rapidité du roulement augmente. Contre cette action spéciale, la dureté ou plutôt l'homogénéité du revêtement nous paraissent encore le seul remède.

ANTIDÉRAPANTS

Les antidérapants ont été inventés pour résister à la tendance, qu'ont les véhicules animés d'une certaine vitesse, de céder, dans les virages, à l'action de la force centrifuge et de glisser sur le revêtement. Ils sont donc construits de façon à augmenter le coefficient de frottement du pneu sur ce revêtement et les systèmes employés sont aussi variés qu'ingénieux. Le plus utilisé consiste à munir la surface portante du pneu de rivets dont les têtes seules dépassent l'enveloppe.

Pour un véhicule de poids P marchant à une vitesse v dans une courbe de rayon ρ, la force centrifuge a comme valeur $\frac{P}{g}\frac{v^2}{\rho}$ et si f est le coefficient de frottement, on doit, pour éviter le dérapage, réaliser l'inégalité

$$Pf > \frac{1}{g} P \frac{v^2}{\rho}$$

ou

$$f > \frac{1}{g}\frac{v^2}{\rho} > 0{,}1019 \frac{v^2}{\rho}$$

pour $v = 10$ m. par seconde ou 36 km à l'heure et $\rho = 20$ m., il faut donc que

$$f > 0{,}519$$

et pour $v = 5$ m. par seconde ou 18 km à l'heure et $\rho = 10$ m.

$$f > 0,255.$$

La valeur de f atteint 0,35 avec bandages pneumatiques pour les chaussées pavées et 0,60 pour les chaussées empierrées et l'on voit par suite qu'une certaine vitesse est indispensable pour arriver au dérapage.

Que se produit-il quand le pneu d'une roue de voiture reposant sur la chaussée est muni d'un antidérapant? De deux choses l'une : ou bien le revêtement est dur et uni, et alors la roue repose surtout par les têtes des rivets, ou bien il se laisse pénétrer par elle et le poids se transmet à la chaussée à un certain niveau par le pneu et à un autre inférieur par les têtes de rivets.

Dans le premier cas, les rivets ne paraissent devoir servir à rien pour résister à un dérapage, car le frottement du fer sur le revêtement est certainement plus élevé que celui du caoutchouc ou du cuir sur le même revêtement. Toutefois, il y a lieu d'observer que, si le revêtement n'est pas tout à fait lisse, les saillies des rivets en rencontrant les joints des pavés ou de pierre assurent à la voiture une certaine stabilité. C'est ce qui se produit sur les pavages en pierre. Dans le cas où, au contraire, l'antidérapant pénètre dans le revêtement, et c'est le cas général, empierrement, asphalte, bois, ainsi qu'il est facile de le constater en observant les traces laissées par une auto sur une de ces chaussées, qu'elle soit sèche ou humide, l'effet du frottement est augmenté par l'introduction d'un effort d'arrachement longitudinal. Ce fait a été mis en lumière par nous d'une façon des plus nettes au Taunus, à Dieppe et à Lisieux, où, dans les virages, les têtes des rivets des antidérapants avaient décrit des arcs de cercle nettement marqués dans la poussière ou le goudron. De plus, dans toutes les rampes, les traces dans la poussière ou le goudron étaient ovalisées et indiquaient l'effort résistant exercé sur le corps même de la chaussée.

Ajoutons que ces efforts sont d'autant plus grands que la vitesse est plus grande et, dans ces conditions, on admettra encore avec nous que, pour une voiture munie d'antidérapants, l'importance des dégradations est fonction de la vitesse, sans que d'ailleurs une formule quelconque nous paraisse pouvoir en donner une idée.

Nous avons procédé, avec une voiture dite limousine à 6 places, à de nombreuses expériences pour arriver à évaluer les différences des actions d'une roue à bandage pneumatique sur la chaussée quand elle est ou non munie d'antidérapants.

Avec une roue arrière munie de pneus Michelin ou Continental de 935/135, si le bandage est plat sans rivets, la surface portante atteint 23 cm de longueur sur 11 cm de largeur, soit 255 cm^2.

Si le bandage est à semelle antidérapante, 50 à 53 têtes de rivets s'impriment sur la chaussée.

D'autre part, le poids porté par une roue arrière est de 550 kg et par suite la pression par centimètre carré est pour le bandage lisse $\frac{550}{255} = 2$ kg 100, pour le bandage ferré 10 kg environ par centimètre carré avec des rivets de 11 mm de diamètre et si l'on suppose que seuls ils supportent la charge. Ce dernier fait n'est pas rigoureusement exact, mais, quoi qu'il en soit, on peut et l'on doit admettre que la pression sur la route est notablement augmentée par l'introduction des rivets.

Au surplus, c'est cette différence de pression qui assure l'enfoncement des têtes des rivets dans le revêtement, et il est certain que cette pénétration se réalise presque toujours, même sur l'asphalte.

En résumé, il paraît sage de demander d'ores et déjà que la saillie des antidérapants soit limitée aux dimensions d'une tête de rivet, c'est-à-dire à 2 ou 3 mm au plus, avec suppression de tout bord tranchant et surface d'appui circulaire et plate de 10 mm au moins de diamètre.

FREINAGE

Il arrive fréquemment que sur une route une automobile lancée à toute allure soit obligée de s'arrêter brusquement ou du moins de modérer sa vitesse subitement; l'action des freins devient alors indispensable et les roues motrices sont brusquement arrêtées dans leur action. Elles deviennent simplement porteuses et agissent sur le sol en le frottant vigoureusement. La réaction tangentielle T' d'une roue porteuse atteint donc une valeur considérable nuisible à la fois à la chaussée et au pneumatique, et nous allons chercher à l'évaluer.

Supposons une auto de poids total P lancée à une vitesse de v kilomètres par seconde et qui soit obligée de s'arrêter sur une longueur de e mètres. Soit f le coefficient de frottement du bandage sur le sol, p le poids freiné ou poids adhérent. La force vive de l'auto est égale à $\frac{P}{2g}v^2$ et, comme elle doit être annulée sur la distance e, la force à lui opposer F doit être telle que l'on ait :

$$Fe = \frac{P}{2g}v^2.$$

D'autre part, la force F a comme valeur la résistance au frottement due au poids freiné, soit pf augmentée de la résistance de l'air et de la résistance au roulement des roues d'avant. En représentant ces deux derniers éléments par la formule $K\frac{p}{r}$ où K est un coefficient numérique et r le rayon

des roues d'avant, on a donc :

$$\left(pf + K^{p}\right) e = \frac{P}{2g} v^2.$$

Prenons : $v = 10$ m.;
$P = 1800$ kg;
$p = 1000$ kg;
$K = 0{,}02$;
$r = 0{,}900$;
$f = 0{,}35$.

On en déduit $e = 24$ m., c'est-à-dire si l'on bloque les roues motrices pour arrêter brusquement une voiture pesant 1800 kg et marchant à raison de 36 km à l'heure, elles frotteront sur le sol pendant 24 m. Pendant ce parcours, la valeur du frottement exercé n'est pas inférieure pour chaque roue motrice à :

$$500 \times 0{,}35 = 175 \text{ kg}$$

et l'on s'explique comment dans ce cas le revêtement de la chaussée est nettement désagrégé.

En pratique, l'arrêt doit se faire progressivement, les derniers coups de frein bloquant les roues ne se produisant qu'à une vitesse très réduite.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

L'exposé technique et pratique qui précède fait voir que tout obstacle placé sur la route, quelque minime que soit son importance, bosse, flache, virage, a pour effet immédiat d'augmenter l'ensemble des forces qui agissent sur la chaussée au passage d'une voiture automobile et, par suite, il convient tout d'abord de diminuer le plus possible le nombre et l'importance de ces obstacles.

D'autre part, même en palier, seule une chaussée parfaitement homogène et dont les menus matériaux de surface sont protégés contre la dispersion est en mesure de résister au passage des véhicules extra-rapides existant aujourd'hui.

Ces principes paraissent absolument suffisants pour mettre les ingénieurs en mesure de défendre les chaussées empierrées dont ils ont la charge et nous n'insistons pas davantage sur les moyens pratiques d'y remédier et qui sont traités par d'autres membres du Congrès.

En ce qui concerne les chaussées pavées, l'action des autos rapides paraît nulle quant à l'usure des matériaux et elle n'est signalée que par la production de quelque poussière. C'est le sable des joints qui est soulevé en même temps que la poussière, et il paraît bien osé de croire que ce

soulèvement soit de nature à compromettre la solidité du pavage, le plus léger sablage, la moindre pluie ou le plus petit balayage ayant pour effet de réunir à nouveau les sables sortis des joints et de les y ramener.

Sur les chaussées de bois ou d'asphalte, les dégradations causées par la vitesse sont encore plus insensibles et nous ne voyons guère à craindre, si le revêtement est bien homogène, qu'une usure générale plus rapide en raison des efforts de frottement produits par le couple moteur. Seules des constatations longues, sur des voies très fréquentées par les seules autos, par exemple sur le pavage en bois du centre de l'avenue des Champs-Élysées, pourraient fixer les idées sur ce point, et nous proposons au Congrès d'appeler sur cette expérience l'attention toute particulière des services techniques de la Ville de Paris.

Il convient dans les virages d'augmenter le coefficient d'adhérence du revêtement aussi bien que celui du bandage de la roue, d'une part, en relevant le profil en travers de la chaussée et en y employant des matériaux durs et peu glissants, d'autre part, en munissant les bandages pneumatiques d'antidérapants. Ces antidérapants ne devront avoir que des rivets à tête circulaire plate et ne dépassant pas l'enveloppe de plus de 2 à 3 mm, toute arête coupante étant proscrite.

Le freinage progressif doit être préconisé et dans toute voiture l'équilibre du poids propre et de la force du moteur doit être recommandé.

Paris, le 28 juin 1908.

62537. — Imprimerie Lahure, rue de Fleurus, 9, à Paris.

ÜBERSICHT UND SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die vorhergegangenen, technischen und praktischen Auseinandersetzungen zeigen, dass jedes, noch so unbedeutende Hindernis auf der Strasse, wie Höcker, Einsenkungen, oder Krümmungen, die Beanspruchungen der Chaussée beim Passieren eines Automobils vermehrt; weshalb ist vor allem die Zahl und die Bedeutung dieser Hindernisse möglichst zu verringern.

Andererseits kann selbst in der Geraden, nur eine ganz gleichförmige Chaussée, bei welcher die feinen Bestandteile der Decklage gegen Vertragen und Zerstreuen geschützt sind, dem Befahren durch die heutigen ausnehmend raschen Fahrzeuge widerstehen.

Diese Grundsätze reichen vollständig hin, den Ingenieuren eine Handhabe zum Schutze der ihnen anvertrauten Schotterstrassen zu bieten, und wir verweilen nicht länger bei den praktischen Mitteln zur Abhilfe, welche von anderen Kongressmitgliedern erörtert wurden. Pflasterstrassen werden durch geschwindige Automobile gar nicht beeinflusst, und deren Abnützung wird nur durch einige vermehrte Staubbildung kenntlich.

Es ist dies der Fugensand, der gleichzeitig mit dem Staub aufgewirbelt wird, und die Annahme, dass diese Staubbildung die Solidität des Pflasters gefährden könnte, erscheint als eine recht gewagte. Ein leichter Regen, leichtes Bestreuen mit Sand oder selbst oberflächliches Kehren, treibt den aus den Fugen entwichenen Sand wieder zusammen, und in dieselben zurück.

Auf Holzstöckel- oder Asphaltstrassen, sind die durch Schnelligkeit verursachten Beschädigungen noch geringfügiger, und scheint uns, bei einem gleichförmigen Deckbau, nur eine allgemeine, durch die Reibwirkung des Drehmoments des Motors bedingte schnellere Abnützung zu besorgen zu sein. Nur lang andauernde Beobachtungen, auf den ausschliesslich durch Automobile stark befahrenen Strassen, wie beispielsweise des Holzstöckelpflasters des Mittelteils der « Avenue des Champs-Élysées », können hierüber endgiltige Aufschlüsse geben, und wir beantragen, dass der Kongress die ganz besondere Aufmerksamkeit der technischen Bauämter der Stadt Paris auf diesbezügliche Versuche lenken möge.

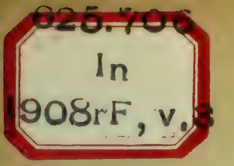
An Krümmungen ist ebensowohl der Adhäsionskoeffizient der Decklage, als auch jener der Radbereifung zu vergrössern, indem man einerseits das Querprofil der Strasse überhöht, und harte, nicht schlüpfrige Materialien verwendet, andrerseits die Pneumatiks mit Gleitschützern versieht.

Mahieu.

Die Niete der Gleitschützer sollen nur runde, flache Köpfe besitzen, und den Laufmantel um nicht mehr als 2 bis 3 Millimeter überragen. Schneiden wären unbedingt zu untersagen.

Allmäliges Bremsen, sowie eine dem Eigengewicht des Wagens und der motorischen Stärke entsprechende Gewichtsverteilung sind anzuempfehlen.

(Übersetz. Blaevoet.)



Ier CONGRÈS INTERNATIONAL DE LA ROUTE
PARIS 1908

5e QUESTION

EFFETS DES
NOUVEAUX MODES DE LOCOMOTION
SUR LES CHAUSSÉES

RAPPORT

PAR

M. A. PETOT
Professeur à la Faculté des Sciences de Lille.

PARIS
IMPRIMERIE GÉNÉRALE LAHURE
9, RUE DE FLEURUS, 9
—
1908

EFFETS DES
NOUVEAUX MODES DE LOCOMOTION
SUR LES CHAUSSÉES

RAPPORT

PAR

M. A. PETOT

Professeur à la Faculté des Sciences de Lille.

Les routes actuelles ont été tracées et construites pour la circulation des voitures attelées, dont le poids n'est jamais très élevé, et dont la vitesse ne dépasse guère 15 à 18 km à l'heure; et c'est en vue de l'usure qui en résulte que l'on a pris des dispositions pour les entretenir. Aujourd'hui, après le merveilleux développement de l'industrie automobile dans ces dernières années, les chaussées ne répondent plus, ni pour leur construction, ni pour leur entretien, aux besoins des nouveaux modes de locomotion, et il est devenu nécessaire de prendre des mesures pour les y adapter. Tel est l'objet du Congrès international de la route, qui doit se tenir à Paris en octobre prochain. Parmi les questions qui lui seront soumises se trouve la suivante :

Effets des nouveaux modes de locomotion sur les chaussées. — Dégradations dues à la vitesse. — Dégradations dues au poids. — Influence des pneus, des bandages, des antidérapants, de l'échappement, de la dépression, etc....

C'est là un problème très vaste, intéressant à la fois la pratique et la théorie; nous allons en faire une première étude théorique, ayant seulement pour but d'apporter aux membres du Congrès quelques indications sur la marche à suivre dans leurs travaux.

Aux divers points où les roues d'un véhicule prennent contact avec le sol, elles sont soumises à des forces normales, tangentielles et transver-

sales, N, T et S; et inversement, en vertu du principe de l'égalité de l'action et de la réaction, elles exercent sur la chaussée des forces égales aux premières et de sens contraire. Nous devons donc étudier tout d'abord les valeurs que ces réactions N, T et S peuvent prendre dans le cas des automobiles, leurs variations suivant les diverses circonstances du mouvement, et leurs effets respectifs sur la chaussée.

RÉACTIONS NORMALES

Pendant le mouvement à vitesse constante, en palier et en ligne droite, sur un sol assez uni pour que le châssis n'oscille pas, les réactions normales ont à peu près les mêmes valeurs qu'au repos; mais il n'en est plus ainsi à vitesse variable, ou sur une pente. Si l'on désigne par P le poids total de la voiture, par h la hauteur de son centre de gravité G au-dessus du sol, par l l'empattement, par i le coefficient de pente, et par γ l'accélération à l'instant t, la valeur algébrique de la surcharge ΔN est donnée approximativement pour chaque roue d'arrière par la formule

$$(1) \qquad \Delta N = \frac{hP}{2l}\left(\frac{\gamma}{g} \pm i\right),$$

où l'on doit prendre $+i$ à la montée et $-i$ à la descente. A cette surcharge ΔN des roues d'arrière correspond d'ailleurs une perte de charge $-\Delta N$ pour celles d'avant.

On a de même, en courbe, pour la surcharge des roues extérieures, la valeur approchée

$$(2) \qquad \Delta N = \frac{Nhv^2}{\rho e g},$$

en désignant par $2l$ l'écartement des roues, par ρ le rayon de courbure de la route et par v la vitesse de la voiture.

Ces formules montrent que les réactions normales varient dans de larges limites, et cela d'autant plus que les valeurs précédentes de ΔN peuvent être à peu près doublées à certains instants, par suite du fonctionnement des ressorts, tandis que le châssis passe en oscillant d'une position d'équilibre à une autre. On doit tenir compte de ces variations des réactions normales, quand on étudie le mode d'action des pneus et les conditions de stabilité dynamique des automobiles, mais il ne semble pas que les routes aient beaucoup à en souffrir, si ce n'est dans des cas exceptionnels.

Les routes sont, en effet, tout naturellement disposées, quand elles sont bien construites, pour résister aux efforts normaux. Sous l'action de ces efforts, leurs matériaux se tassent et s'agrègent, ce qui leur permet, la charge étant bien répartie, de résister de concert à l'écrasement. Les réac-

tions normales ne deviennent nuisibles que si elles sont assez élevées pour écraser les matériaux de la route, ou donner lieu à des frottements internes assez considérables pour amener peu à peu leur usure et leur effritement. Cela peut arriver, par exemple, lorsqu'il se produit un choc violent au passage d'une roue sur une aspérité du sol, ou encore dans le cas des automobiles de poids lourd; nous laisserons de côté pour l'instant l'étude de ces faits un peu exceptionnels, sur lesquels nous aurons à revenir.

RÉACTIONS TANGENTIELLES

Ici l'on doit considérer deux cas, suivant qu'il s'agit d'une roue porteuse ou d'une roue motrice. Dans le premier, la force tangentielle T, appliquée à la roue par le sol, est dirigée en sens inverse du mouvement de locomotion, ce qui en fait une résistance à la traction. C'est elle, par contre, qui empêche le glissement de la roue, et l'oblige à rouler malgré le frottement de la fusée et le couple de résistance propre au roulement. Sa valeur

$$(3) \qquad T_1 = N_1 f_1$$

est à peu près constante, et toujours très petite, car le coefficient de traction f_1 ne dépasse guère 0,02. Par exemple, pour une automobile pesant 1500 kg, dont 600 à l'avant et 900 à l'arrière, on a $T_1 = 6$ kg environ. Inversement, chaque roue d'avant exerce sur le sol une réaction tangentielle, égale aussi à 6 kg, mais dirigée dans le sens du mouvement de locomotion, et l'on voit qu'il n'y a rien là qui puisse produire l'usure de la route.

Les choses se passent tout autrement pour une roue motrice. La force tangentielle T, qui lui est appliquée par le sol, est cette fois dirigée dans le sens de la locomotion et s'oppose à son roulement; elle marque la fraction utilisée de l'adhérence fN, qui permet à cette roue de prendre appui sur le sol pour entraîner le véhicule sous l'action du moteur. La roue exerce, à son tour, sur le sol une réaction tangentielle égale à T en valeur absolue, et de sens contraire, c'est-à-dire dirigée vers l'arrière. La valeur commune de ces deux forces, donnée par la formule

$$(4) \qquad T = N_1 f_1 + \frac{1}{2}\left(\frac{P\gamma}{g} + A \pm Pi\right),$$

où A désigne la résistance de l'air, est essentiellement variable suivant les circonstances du mouvement et le profil de la route.

En palier et à vitesse constante, la réaction T n'est jamais bien grande, car elle est seulement égale à T_1, qui est très minime, plus la moitié de la résistance de l'air, qui n'est très élevée que si la vitesse est excessive. Si

l'on suppose, par exemple, que la surface de front de l'automobile considérée plus haut soit égale à 2 m², on trouve respectivement pour T 10, 24 et 56 kg, suivant que la vitesse est de 30, 60 ou 100 km à l'heure.

Sur une pente, à la montée, la plus-value de la réaction tangentielle est assez marquée, dès que la pente est un peu raide, à cause du terme $\frac{1}{2} P i$, mais c'est le terme $\frac{1}{2} \frac{P\gamma}{g}$, dû à l'accélération, qui est le plus important. Cela tient à la disposition actuelle des mécanismes d'embrayage et de changement de vitesse et, plus particulièrement, à l'excessive démultiplication cinématique adoptée d'ordinaire, du moteur à la roue, pour les vitesses inférieures. Elle permet au conducteur, à cause de la grande multiplication dynamique qui en résulte, de faire patiner les roues motrices, et l'on sait que la réaction T atteint alors sa valeur limite égale à l'adhérence fN. Par exemple, pour une voiture pesant 1500 kg, le terme $\frac{1}{2} P i$ ne dépasse guère 90 kg sur les plus fortes pentes, tandis que la réaction T peut monter, pendant le patinage des roues motrices, jusqu'à 200 ou 250 kg et même plus, si le coefficient d'adhérence f est un peu élevé.

On sait d'autre part que les roues d'arrière ne sont pas seulement motrices, et qu'elles doivent, à certains instants, à la volonté du conducteur, produire l'arrêt de la voiture par freinage. La réaction tangentielle T est alors dirigée, comme pour une roue traînée, en sens inverse du mouvement de locomotion, mais elle prend des valeurs bien supérieures à T_1. Il faut, en effet, pour la sécurité générale, donner aux automobiles des freins très puissants, permettant de les arrêter le plus vite possible. Cela exige que l'on utilise toute l'adhérence disponible, et que par suite l'on établisse les freins de manière à pouvoir au besoin faire patiner les roues. La réaction T atteint donc encore pendant le freinage des valeurs très élevées ayant aussi pour limite l'adhérence fN.

Voyons maintenant les effets des réactions tangentielles des roues sur les chaussées, effets qui, d'après ce qui précède, ne prennent d'importance que pour les roues motrices ou freinées. La couche superficielle du sol, à laquelle ces réactions sont appliquées, se trouve dans de très mauvaises conditions pour y résister, car elle manque précisément de cohésion et d'élasticité dans le sens même où elles agissent. Quand la chaussée est bien unie, le dommage est minime, parce que l'usure ne se produit que par frottement et limage; nous aurons à étudier à ce propos le rôle spécial des pneus. Mais, sitôt qu'il se forme des aspérités dues à de petites pierres émergeant un peu du sol, les forces tangentielles T, qui alors ont de la prise, les font basculer, puis les arrachent et les projettent vers l'arrière. A partir de ce moment, si la circulation des automobiles est un peu intense, l'usure de la route devient tout à fait anormale. La chaussée, rapidement désagrégée, présente bientôt, non pas des ornières comme

après le passage des lourds véhicules à traction animale, mais de larges flaches qui sont manifestement l'œuvre des réactions tangentielles exagérées.

RÉACTIONS TRANSVERSALES

Pendant le mouvement en ligne droite, quand le devers est peu prononcé, les réactions transversales S sont négligeables, si du moins la voiture est bien construite. Cela exige, en particulier, que son centre de gravité soit à peu près dans son plan médian longitudinal, et que le différentiel soit sensible. Elles deviennent assez importantes quand le profil en travers est très bombé, mais c'est surtout dans les virages que les chaussées ont à en souffrir. Le calcul de ces réactions est assez complexe; on obtient approximativement, pendant le mouvement en courbe,

$$(5) \qquad S = \frac{Nv^2}{\rho g},$$

aussi bien à l'avant qu'à l'arrière, et l'on voit que la réaction S devient alors très vite, à cause des facteurs v^2 et $\frac{1}{\rho}$, une fraction notable de la charge normale N.

Les réactions transversales étant d'ailleurs dirigées tangentiellement au sol, tout comme les forces T, elles sont, en ce qui concerne l'usure de la route, aussi nuisibles que ces dernières, et pour la même raison. La résultante

$$(6) \qquad R = \sqrt{T^2 + S^2}$$

des deux efforts T et S, exercés par une même roue, est en effet appliquée à la couche superficielle de la chaussée, qui est, comme nous l'avons montré plus haut, dans de mauvaises conditions pour y résister.

DIFFÉRENCES, EN CE QUI CONCERNE L'USURE DES ROUTES, ENTRE LES AUTOMOBILES ET LES VOITURES ATTELÉES

Les considérations précédentes nous amènent à penser que, dans le cas des automobiles, l'usure anormale des routes est due surtout aux réactions tangentielles et transversales des roues sur la chaussée. On pourrait objecter à cela que la traction animale donne lieu aussi à des réactions de ce genre, et que pourtant les routes n'ont pas trop à en souffrir. C'est exact, mais le calcul montre que ces réactions sont alors relativement faibles en général, et qu'elles n'atteignent jamais, même pour les voitures lourdes, des valeurs aussi élevées que pour les automobiles rapides de

poids moyen. Cela tient à la différence essentielle qui existe entre les modes d'action des roues motrices et des roues traînées, et, en outre, à ce que l'on ne peut pas demander à un moteur animal un aussi grand effort de traction qu'à un moteur mécanique.

Les chevaux prennent appui sur le sol, comme le font les roues motrices, pour entraîner la voiture, leurs pieds exercent de même sur la chaussée des réactions T dirigées vers l'arrière. Seulement, bien qu'assez élevées, ces réactions ne dépassent guère 50 ou 60 kg pour chaque pied, tandis qu'elles peuvent atteindre, à certains instants, jusqu'à 200 ou 250 kg pour chaque roue d'arrière d'une automobile ordinaire de tourisme.

Les voitures attelées ne nécessitent pas non plus des freinages aussi brusques que les automobiles, où l'on utilise sur certaines roues toute l'adhérence fN disponible. Les chevaux y interviennent aussi quand il le faut, ce qui répartit sur un plus grand nombre de points l'effort total de freinage, et le rend ainsi moins nuisible. On sait d'ailleurs qu'on arrête les automobiles beaucoup plus vite relativement que les voitures attelées; c'est là, pour la sécurité, un grand avantage auquel on ne doit pas renoncer, mais que l'on paye nécessairement par l'usure de la route et des pneus.

Quant aux réactions transversales, la formule (5) montre qu'elles sont, à cause du facteur v^2, beaucoup moins fortes dans les courbes pour les voitures attelées que pour les automobiles. Celles qui sont dues à une courbure trop prononcée du profil en travers sont, il est vrai, sensiblement égales dans les deux cas; elles peuvent même quelquefois faire fringaler les roues, mais cela n'arrive guère que sur les routes pavées, aux endroits où elles sont assez résistantes pour qu'elles n'aient pas trop à en souffrir.

Les réactions tangentielles et transversales des roues sur le sol sont donc, en résumé, beaucoup plus élevées pour les automobiles que pour les voitures ordinaires, et c'est probablement de là que provient leur grande puissance de destruction des chaussées. Comme ces réactions sont appliquées à la couche superficielle du sol, qui est actuellement dans de mauvaises conditions pour y résister, c'est seulement en la modifiant, et en la renforçant, que l'on pourra adapter les routes aux nouveaux modes de locomotion. On doit pour cela choisir les matériaux qui la constituent, les disposer et les agglomérer entre eux de manière à lui donner de la cohésion et de l'élasticité dans le sens tangentiel. Les résultats obtenus récemment à l'aide du goudron, dans la lutte contre la poussière, sont une première indication dans cette voie.

INFLUENCE DES PNEUS

L'usure de la route ne dépend pas seulement de l'intensité des réactions des roues, mais encore de la façon dont elles lui sont appliquées, et, par

suite, de la nature des bandages. Nous devons donc reprendre ce qui précède, afin de voir si les conclusions auxquelles on est arrivé doivent être modifiées quand on tient compte des propriétés élastiques spéciales des bandages pneumatiques.

La fonction des pneus est multiple : organes de transmission pour les réactions normales, tangentielles et transversales du sol, ils doivent former ressort pour la partie non suspendue, roues et essieux, de la voiture. Sous l'action de la charge N, le pneu s'écrase sur le sol suivant une aire limitée par une courbe fermée, ayant sensiblement la forme d'une ellipse dont le grand axe serait dirigé dans le sens du mouvement de la roue. Tout se passe, pour chaque élément radial du pneu, dont l'extrémité tombe à l'intérieur de cette courbe, à peu près comme pour une petite balle de caoutchouc qui serait projetée verticalement sur le sol, et rebondirait après s'y être un instant écrasée.

Les bandages pneumatiques présentent donc sur les autres un certain avantage, tenant à ce qu'ils protègent la route, aussi bien que la voiture, contre les variations brusques des réactions normales. Mais, le tore formé par le pneu n'étant pas applicable sur un plan, la superposition entraîne nécessairement des modifications dans les longueurs des lignes tracées sur ce tore, et dans les angles qu'elles font entre elles. L'écrasement des pneus sur le sol se complique alors de petits glissements locaux, qui amènent par une sorte de limage l'usure de la partie superficielle de la chaussée, et la mettent dans de mauvaises conditions pour résister aux réactions tangentielles des roues motrices.

On a vu en effet que ces réactions, qui ne causent pas de grands dommages sur une chaussée bien unie, deviennent au contraire très nuisibles dès que le sol présente de petites aspérités ; et c'est précisément ce qui se produit très vite, sous l'action de ce limage dû au glissement élastique des pneus. Le caoutchouc se moule sur le sol, en se distendant un peu, et alors, quand il reprend sa forme, on conçoit qu'il entraîne, par une sorte de préhension mécanique, les poussières et les graviers très fins provenant de l'usure de la route, pour les rejeter ensuite dans l'atmosphère sous l'action de la force centrifuge. La matière d'agrégation de la chaussée étant ainsi peu à peu enlevée, les petites pierres, insuffisamment maintenues, finissent par être arrachées et projetées vers l'arrière,

Toutes les roues motrices ont, il est vrai, tendance à rejeter vers l'arrière les matériaux de la route, mais ce fait est plus marqué pour les roues à bandages pneumatiques que pour les autres. Cela tient à ce qu'en arrivant au contact du sol chaque élément radial du pneu s'infléchit d'abord vers l'avant, tout en s'écrasant, et reprend ensuite sa forme rectiligne en se redressant. Il y a là comme une suite continue de ressorts qui, après avoir été bandés vers l'avant sous l'action du sol, se débanderaient vers l'arrière en projetant dans cette direction les petits corps qui s'opposent à leur détente.

Quant aux réactions transversales, ce sont celles que les pneus transmettent le moins bien, et dont ils ont le plus à souffrir; mais rien ne porte à croire qu'elles soient plus nuisibles pour les routes avec des pneus qu'avec des bandages rigides. Probablement même le sont-elles moins, parce que les bandages pneumatiques ont dans le sens transversal une certaine élasticité qui peut en atténuer la violence.

Les inconvénients des réactions tangentielles sont donc, en résumé, assez notablement aggravés par suite du mode d'action des pneus, et cette aggravation paraît tenir uniquement à ce qu'en s'écrasant sur le sol le caoutchouc amène, par une sorte de limage, l'usure de la partie superficielle de la chaussée. La conclusion à laquelle on est arrivé plus haut, sans tenir compte de la nature des bandages, à savoir que l'on doit donner à la couche superficielle de la chaussée de la cohésion et de l'élasticité dans le sens tangentiel, se trouve ainsi confirmée et renforcée dans le cas des roues d'automobiles à bandages pneumatiques.

EFFETS DES ANTIDÉRAPANTS

On sait que ces bandages sont très vite détériorés par le macadam des routes, et cela fait prévoir qu'inversement les routes ordinaires, non pavées, doivent beaucoup en souffrir. Leur propriété d'être antidérapants vient, en effet, de ce qu'ils sont armés de rivets, faisant saillie, qui peuvent, en se cramponnant au sol, empêcher les roues de chasser dans une direction perpendiculaire à leur plan de roulement. C'est là évidemment un résultat de grande importance pour la sécurité des voyageurs, mais, par contre, ces rivets mordent énergiquement sur la chaussée, dont ils disjoignent les matériaux, ce qui en amène rapidement l'usure.

On doit aussi remarquer qu'en remplaçant les pneus lisses par des antidérapants on supprime un véritable organe élastique de transmission, d'une part entre le moteur et le sol, et d'autre part entre le sol et la voiture, ce qui est doublement nuisible, surtout pendant les manœuvres, démarrage et freinage, où les réactions tangentielles prennent de grandes valeurs. Supposons, par exemple, que, pendant un freinage assez énergique pour faire patiner les roues, un rivet soit pris entre deux pierres fortement fixées à la chaussée, de manière qu'il y ait momentanément liaison cinématique complète du moteur au sol; la roue ne pouvant plus patiner, il faut que quelque chose cède, en se brisant ou se déformant, sur la chaussée ou sur la voiture. Les inconvénients ordinaires des pneus se trouvent donc aggravés, en ce qui concerne l'usure de la route, quand on les munit de protecteurs antidérapants.

On a remarqué, il est vrai, que les antidérapants produisent moins de poussière que les pneus ordinaires. Cela tient probablement à ce que, moins souples, ils ne se moulent pas aussi complètement sur le sol, et ne

donnent pas lieu à un limage aussi énergique de la partie superficielle de la chaussée, Mais cet avantage, bien que réel, est plus que compensé par l'inconvénient qui résulte de la puissance de destruction propre des rivets; aussi ne doit-on employer les antidérapants que par certains temps et sur certaines routes où il le faut absolument pour assurer la sécurité des voyageurs.

INFLUENCE DE LA DÉPRESSION ET DE L'ÉCHAPPEMENT

Il se produit par dépression et cavitation, dans le sillage des automobiles à grande vitesse, des remous d'air très violents dont nous allons maintenant étudier les effets. Les particules très ténues du sol, projetées vers l'arrière par les roues motrices, sont saisies dans ces tourbillons d'air et dispersées dans tous les sens; de là ces nuages de poussière, qui sont un réel inconvénient de la traction automobile. Mais il n'y a pas là seulement un sérieux ennui pour les voyageurs : le sable destiné à maintenir la cohésion entre les matériaux de la chaussée est, en effet, comme aspiré par les pneus, ce qui désagrège peu à peu la route, et en rend l'usure plus rapide et plus complète. Cet effet d'arrachement pneumatique des petits graviers est même tellement marqué que l'on a pu dire, avec grande apparence de raison, que le pneu fait ventouse sur le sol; nous pensons néanmoins qu'il n'en est pas tout à fait ainsi.

Il faut effectivement, pour qu'un corps souple A fasse ventouse sur un corps rigide B, qu'après avoir appliqué A sur B on soulève légèrement A dans des conditions telles que, l'air ne pouvant pas rentrer par les bords des parties en contact, il se produise un vide partiel entre A et B. Or ces conditions ne sont pas remplies quand un pneu s'écrase puis se redresse sur le sol. Le caoutchouc ne quitte pas, en effet, le sol dans la partie centrale de la surface de contact, mais seulement sur les bords, c'est-à-dire précisément là où l'air a libre accès. Si alors il se produit un vide partiel, ce ne peut être qu'en arrière de la roue, et non entre le caoutchouc et le sol. L'air, qui se trouve de part et d'autre de la roue, se précipite violemment pour combler cette dépression, et entraîne ainsi dans son mouvement de giration le sable et les petits graviers. Il paraît donc y avoir là, non pas un effet de ventouse ou de succion exercé par le pneu sur le sol, mais plutôt un effet de cavitation produit par la roue sur la masse d'air devant laquelle elle fuit rapidement.

Quelle que soit d'ailleurs l'explication qu'on en donne, les faits que nous venons de signaler sont bien constatés, et l'on doit chercher à en atténuer les conséquences. Il faut tout d'abord empêcher le plus possible l'usure et l'effritement de la couche superficielle de la chaussée, et pour cela lui donner, comme on en a déjà reconnu plusieurs fois la nécessité, de la cohésion et de l'élasticité dans le sens tangentiel. On doit en outre,

en construisant la voiture, tenir compte des lois de la cavitation; mais, comme ces lois sont mal connues, il y a là une question d'ordre pratique, que les constructeurs seuls peuvent étudier par l'expérience, avec quelque chance de succès. On a remarqué, par exemple, que les œuvres basses de la voiture occasionnent un grand déplacement d'air; il faut donc supprimer toutes celles qui sont inutiles, ne laisser au-dessous du châssis que les parties indispensables du mécanisme, et peut-être même placer en dessous une sorte de carter, en forme de coque de navire, destiné à fendre l'air en réduisant au minimum les remous et les tourbillons.

L'expérience a aussi montré qu'il est mauvais de diriger vers le bas les tuyaux de sortie des silencieux, car les jets de gaz qui s'en échappent frappent directement le sol avec violence, et contribuent ainsi à désagréger la chaussée. Il faut chercher, au contraire, à utiliser ces jets de gaz pour atténuer les effets de la cavitation. On a imaginé, dans cet ordre d'idées, un dispositif de pots d'échappement qui paraît assez bien compris. Le tuyau de sortie des gaz se termine par deux branches dirigées en biais, à l'arrière, chacune vers une roue, de manière à rabattre la poussière vers le sol, au moment même de sa formation. Remarquons d'ailleurs qu'en ce qui concerne la conservation de la route l'essentiel n'est pas de disposer les organes des voitures de façon à soulever le moins possible la poussière existant sur la chaussée, mais bien d'établir la route elle-même, et de l'entretenir, de façon qu'il s'y produise le moins possible de poussière.

DÉGRADATIONS DUES A LA VITESSE

Quand une route est récemment construite, sa surface est d'ordinaire bien aplanie, mais elle se détériore peu à peu et prend un profil ondulé, présentant une succession continue de petites dénivellations. Nous devons donc ici considérer deux cas, suivant que la route est encore neuve, ou qu'elle a déjà subi un commencement d'usure, et de là résulteront les conditions à remplir dans son entretien.

1° **Cas d'une route neuve, sans dénivellations ni aspérités.** — Quand la chaussée est bien unie, l'inertie des masses non suspendues n'intervenant pas, les automobiles à grande vitesse ne peuvent la détériorer qu'en exagérant les valeurs des réactions T et S, ainsi que les effets de la cavitation. Si l'on se reporte à la formule (4), on voit que la réaction tangentielle T augmente un peu avec la vitesse, à cause du terme A dû à la résistance de l'air; qu'elle peut passer, par exemple, de 10 à 24 kilogrammes quand la vitesse croît de 30 à 60 kilomètres à l'heure; mais qu'elle n'atteint jamais de ce fait une valeur très élevée, si du moins la vitesse n'est pas excessive.

Il résulte au contraire de la formule (5) que les réactions transver-

sales S peuvent être très fortes pendant les virages en vitesse. Cela tient à ce que, les routes actuelles ayant été construites en vue seulement de la traction animale, on y trouve des courbes de très faible rayon. Une première mesure à prendre pour les adapter à la traction automobile est donc d'en modifier le tracé de manière que l'on n'y rencontre plus de courbe à courbure trop prononcée. On a aussi proposé de relever les virages vers l'extérieur; comme c'est là une question qui concerne plus encore la sécurité des voyageurs que la conservation de la route, nous la laisserons de côté pour l'instant; on aura l'occasion d'y revenir en étudiant, dans un autre rapport, les conditions à remplir pour assurer la stabilité des automobiles dans les courbes.

Quant aux effets de la cavitation, il est probable qu'ils sont d'autant plus marqués que la vitesse est plus grande. Nous ne pensons pas néanmoins qu'il faille beaucoup s'en préoccuper, et y voir une raison de limiter la vitesse des automobiles. Les tourbillons d'air qu'elles produisent sur leur passage ne sont, en effet, qu'une cause indirecte d'usure de la route. Le jour où l'on saura donner à la couche superficielle de la chaussée une cohésion suffisante pour en éviter l'effritement, il ne se produira presque plus de poussière, et les effets nuisibles de la cavitation seront en même temps supprimés, ou du moins très atténués.

Les dégradations dues à la vitesse sont donc, en résumé, peu importantes sur les chaussées neuves bien unies. Cette conclusion peut sembler un peu optimiste, et paraître même en opposition avec les faits observés, car il est certain que les automobiles à grande vitesse usent assez rapidement les meilleures routes. Nous montrerons plus loin que cette opposition n'est qu'apparente, en ce sens que la vitesse ne cause qu'indirectement l'usure excessive des chaussées, par suite de la grande puissance qu'il faut donner aux moteurs des automobiles rapides, et surtout à cause de la disposition adoptée pour les mécanismes d'embrayage et de changement de vitesse.

2° **Cas où la chaussée présente des inégalités.** — La première question qui se pose ici est de déterminer, pour les divers genres d'inégalités, les valeurs des réactions N, T et S. C'est là un problème trop complexe pour que nous puissions l'étudier dans cette courte note; il nous suffira, en renvoyant pour plus de détails aux ouvrages techniques, de montrer dans un cas simple les effets de l'inertie des masses non suspendues. Supposons qu'il s'agisse d'une inégalité à courbure continue, comme, par exemple, un dos d'âne assez long et sans aspérités. Le calcul montre que les réactions tangentielles gardent à peu près les mêmes valeurs que sur un sol uni, et cela aussi bien pour les roues motrices que pour les roues porteuses; mais il n'en est plus de même pour les réactions normales qui subissent au contraire de grandes variations.

Soient A le centre instantané de rotation de la roue à l'instant t pendant

la montée de H en H′, φ l'angle de la tangente au profil en A avec l'horizontale, ρ le rayon de courbure en ce point, v la vitesse de la voiture, f_1 le coefficient moyen de traction, f'' le coefficient de frottement propre des ressorts, p la somme des poids de la roue et des organes soulevés avec elle, N_0 la valeur de régime de la réaction normale en H avant l'inégalité, et

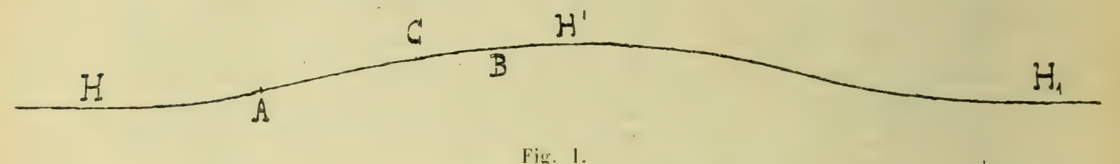


Fig. 1.

enfin T la plus-value de la tension propre du ressort à l'instant considéré. On a, pour une roue porteuse, la formule

$$(7) \quad N = (N_0 + T)\frac{1 + f'}{\cos\varphi - f_1 \sin\varphi} + \frac{p v^2}{\rho g \cos^3\varphi(\cos\varphi - f_1 \sin\varphi)},$$

qui est encore applicable, avec une approximation suffisante, dans le cas d'une roue motrice. Il en résulte tout d'abord, à cause du facteur $\cos\varphi - f_1 \sin\varphi$ du dénominateur, qu'il faut niveler sur les routes les inégalités où l'angle φ prend une valeur notable.

On doit remarquer, d'autre part, que la courbure $\frac{1}{\rho}$ de la courbe de montée C croît d'abord de zéro à un certain maximum, pour décroître ensuite jusqu'à zéro, ou du moins changer de sens ; puis qu'elle croît de nouveau jusqu'à un deuxième maximum, pour redevenir nulle en H′. Le terme dû à l'inertie de la masse soulevée est donc positif dans le voisinage de H, et négatif près de H′; il s'ajoute dans le premier cas à la charge statique, et s'en retranche dans le second. Si alors on porte en abscisse le chemin parcouru horizontalement par la voiture de H en H′ à l'instant t, et en ordonnée, à une certaine échelle, la surcharge $N-N_0$ à ce même instant, on obtient un graphique tel que celui indiqué ici, sur lequel on aperçoit bien les conséquences de la formule (7) pour la chaussée et pour la voiture.

La courbe (1) représente la fraction de la surcharge $N-N_0$ qui est due à la diminution de flèche du ressort ; pour en déduire le diagramme de la surcharge totale $N-N_0$, il suffit d'ajouter à chacune de ses ordonnées, à la même échelle, la valeur correspondante du second terme de la formule (7), qui provient de l'inertie. Comme ce terme est proportionnel au poids p de la masse soulevée et au carré de la vitesse v de la voiture, la courbe que l'on obtient peut différer beaucoup, suivant que les valeurs de p et de v sont plus ou moins grandes. Supposons d'abord que les roues et les essieux soient légers, et que la vitesse v atteigne au plus 40 ou 50 km à l'heure. Le terme dû à l'inertie étant alors assez faible relativement à celui qui provient de l'écrasement du ressort, on obtient pour $N-N_0$ une courbe telle que (2), comprise entre les horizontales des points H et H′ ; et l'on voit que la sur-

charge ne dépasse à aucun instant la valeur qu'elle prend en H'. Cette surcharge en H' est d'ailleurs inévitable, car elle provient du fonctionnement même du ressort. Tout ce que l'on peut faire pour en atténuer les conséquences, et cela est plus utile encore pour les pneus que pour la chaussée, c'est de donner la plus grande valeur possible à la flèche spécifique des ressorts. Comme cette flèche est généralement comprise entre 20 et 30 mm, par 100 kg pour les automobiles de poids moyen, la surcharge en H' ne dépasse guère 300 ou 400 kg pour une surélévation de 8 à 10 cm. C'est assez, sans doute, pour abîmer les pneus, mais il ne semble pas que la route puisse beaucoup en souffrir.

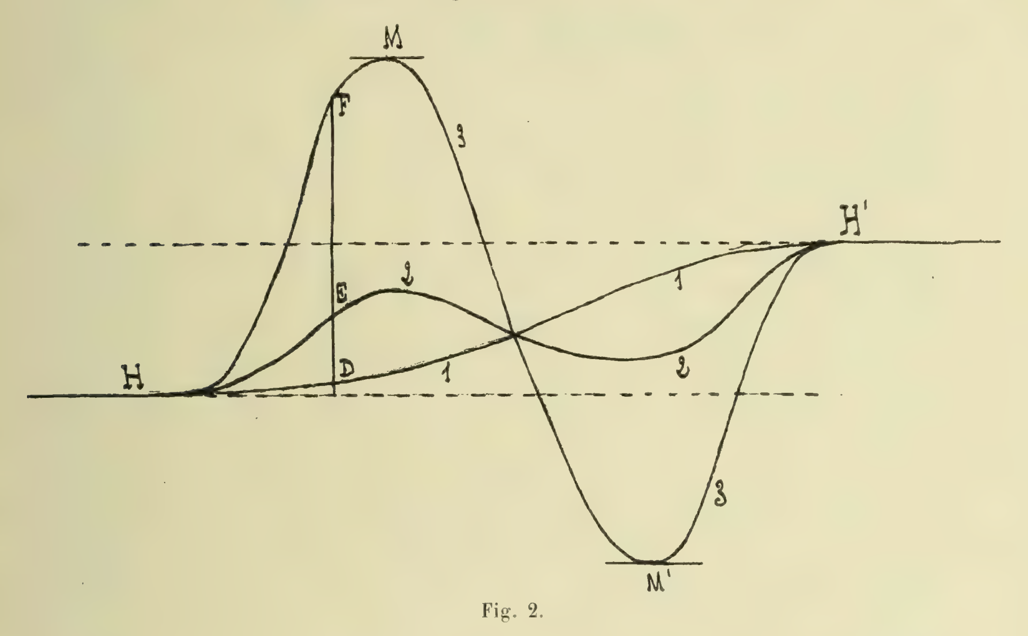


Fig. 2.

On n'arrive plus à une conclusion aussi optimiste dans le cas des très grandes vitesses réalisées quelquefois, principalement dans les courses. Supposons, par exemple, qu'à l'instant considéré la vitesse v soit de 100 km à l'heure. Le terme dû à l'inertie étant alors quatre fois plus grand que pour une vitesse de 50 à l'heure, la courbe (2) doit être remplacée par la courbe (3), en chaque point de laquelle on a $DF = DE \times 4$. Le point le plus haut M est alors au-dessus de H', et le point le plus bas M' au-dessus de H : de là une surcharge considérable dans la partie concave A de la courbe de montée C, et une perte d'adhérence très marquée dans la partie convexe B. Cette surcharge est évidemment très nuisible pour les pneus, et il est probable qu'elle l'est aussi pour la route; quant à la perte d'adhérence, on sait qu'elle peut être une cause de dérapage. Aussitôt d'ailleurs que la chaussée est un peu entamée dans la région concave A, la courbure $\frac{1}{\rho}$ et l'angle φ allant en croissant, on voit, d'après la for-

mule (7), qu'elle se trouve dans des conditions de résistance de plus en plus mauvaises, aussi doit-on la réparer le plus promptement possible.

Les raisonnements précédents sont encore applicables, sous une forme un peu différente, dans le cas des dénivellations brusques donnant lieu à des chocs, et l'on arrive, en résumé, à cette conclusion, que l'on pouvait d'ailleurs prévoir, que les chaussées bien unies reçoivent des véhicules le minimum de dommage, et causent à leurs organes le minimum de fatigue. La méthode d'entretien des routes, dite « du point-à-temps », s'impose donc plus encore maintenant qu'avant la traction automobile.

DÉGRADATIONS DUES AU POIDS

Il y a lieu de consider deux cas, suivant qu'il s'agit d'une automobile ordinaire, dont le poids ne dépasse guère 2000 kg, ou d'une automobile industrielle dont le poids peu atteindre en charge 7 à 8 tonnes.

1° **Automobiles ordinaires.** — Les réactions normales N n'étant pas assez élevées, dans ce cas, pour amener l'écrasement et l'effritement des matériaux de la chaussée, on voit que le poids ne peut intervenir dans l'usure de la route qu'en raison de la plus-value qui en résulte pour les réactions tangentielles et transversalles, T et S. Les formules (4) et (5) montrent d'ailleurs que cette plus-value est très marquée, et que les dégradations dues au poids viennent encore aggraver celles dues à la vitesse. Nous ne pensons pas qu'il soit nécessaire, pour la conservation de la route, de limiter la vitesse des automobiles plus qu'il ne le faut pour assurer la sécurité des voyageurs. Si pourtant le Congrès jugeait utile de prendre une mesure de ce genre, on devrait alors classer les automobiles par catégories d'après leur poids, et abaisser d'autant plus la limite permise pour la vitesse que le poids serait plus élevé.

Ici se pose, dans cet ordre d'idées, la question suivante : De deux automobiles, l'une légère et très rapide, l'autre assez lourde mais de vitesse moyenne, pour lesquelles les réactions T des roues motrices sont supposées avoir la même valeur, quelle est celle qui use le plus la route? On n'a d'ailleurs à l'étudier que pour le mouvement en palier et à vitesse constante, car c'est seulement dans ce cas qu'il peut y avoir égalité entre les deux réactions tangentielles, à cause de la grande importance des termes $P\frac{\gamma}{g}$ et Pi de la formule (4). Si l'on admet que l'usure de la route se produise, sous l'action des roues motrices, par une sorte de glissement de la couche supérieure de la chaussée sur les couches inférieures, la réaction normale N donnant lieu à un frottement qui s'oppose à ce glissement, on est conduit à penser qu'elle a ici un rôle utile et que c'est, par suite, la voiture légère, très rapide, qui doit avoir les effets les plus nuisibles.

Comme cette conclusion repose sur une hypothèse, nous ne la donnons qu'à titre de première indication. La question posée étant d'ordre essentiellement pratique, on ne peut la résoudre que par l'expérience.

2° **Automobiles industrielles.** — La charge par essieu pouvant atteindre 4 tonnes et même davantage, les réactions normales sont assez élevées pour amener par places l'écrasement des matériaux de la chaussée. L'usure de la route ne se produit plus de la même manière qu'avec les automobiles ordinaires. Ce qui domine, ce ne sont plus les larges flaches dues aux réactions tangentielles, mais les longues ornières formant sillons, comme après le passage des lourds véhicules à traction animale. Les effets nuisibles du poids sont donc cette fois nettement marqués, et cela d'autant plus que, les pneus et les bandages en caoutchouc plein étant trop peu résistants, on est forcé le plus souvent de revenir aux roues ferrées, tout au moins pour l'essieu d'arrière.

En outre, comme le poids non suspendu est très élevé, à cause de la grande résistance qu'il faut donner aux roues et aux essieux, il se produit, lors du passage de la voiture sur les inégalités du sol, des réactions d'inertie très intenses, plus nuisibles encore pour ses organes que pour la chaussée. La formule (7) montre alors que l'on doit se contenter d'une vitesse modérée ne dépassant pas, en palier et sur bonne route, 15 à 18 km à l'heure. On est d'ailleurs conduit à cette même limitation de la vitesse, si l'on ne veut pas exagérer les effets destructeurs des réactions tangentielles des roues motrices.

Ce qui fait ici la difficulté, en ce qui concerne la conservation de la route, c'est que, les véhicules industriels n'usant pas la chaussée de la même façon que les automobiles ordinaires, les mesures à prendre sont nécessairement un peu différentes dans les deux cas. Les expériences faites par Morin, vers 1840, ont conduit à prendre 4000 kg pour le chargement maximum d'un essieu. Cette limite, acceptable pour les voitures attelées, paraît un peu élevée pour les automobiles, à cause du mode d'action spécial des roues motrices, aussi devra t-on rechercher au Congrès s'il n'y aurait pas lieu de l'abaisser. La si intéressante industrie du poids lourd ne serait pas d'ailleurs entravée par une mesure de ce genre, mais seulement engagée dans une voie qui paraît rationnelle. Les résultats déjà obtenus, à l'aide du train Renard et des voitures à six roues, permettent d'espérer qu'elle y trouverait le succès.

REMARQUES SUR LES MÉCANISMES D'EMBRAYAGE ET DE CHANGEMENT DE VITESSE

Au début de la traction automobile, les moteurs n'ayant qu'un régime de vitesse, il fallait changer de multiplication pour changer de vitesse, et c'est ainsi que l'on a été conduit à l'emploi des trains baladeurs. Le moteur

à explosion possède maintenant, au contraire, une grande souplesse cinématique, c'est-à-dire qu'il peut tourner entre des limites de vitesse très éloignées, 200 tours et 1500 par exemple; et pourtant les boîtes de vitesse n'ont guère été modifiées. Cela tient à ce qu'il manque encore de souplesse dynamique, en ce sens que l'on ne peut faire varier l'effort de locomotion suivant les exigences du profil de la route qu'en modifiant les connexions entre l'arbre du moteur et les roues. Il nous semble néanmoins que l'on devrait, pour le bien de la route et de la voiture, tout en conservant jusqu'à nouvel ordre les boîtes de vitesse, les établir un peu autrement, en tenant compte de ce qu'elles ne sont plus en réalité des mécanismes de changement de vitesse, mais seulement des organes permettant de faire varier à volonté, et dans certaines limites, l'effort de locomotion disponible sur les roues motrices.

Considérons par exemple une automobile pesant 1500 kg et pouvant faire 100 km à l'heure en palier. Elle use évidemment un peu la route quand elle est lancée à cette vitesse, mais elle la dégrade surtout lors des démarrages et des freinages brusques, parce que la réaction tangentielle des roues motrices ne dépasse guère 60 kg dans le premier cas, tandis qu'elle peut atteindre 200 et même 250 kg dans le second. Nous avons vu que l'on doit, pour assurer la sécurité des voyageurs, se résigner aux dégâts causés par les freins, mais on n'a aucune raison valable pour accepter ceux qui sont dus à la violence des démarrages. On n'a jamais besoin, en effet, même à la montée des plus fortes pentes, d'un effort de locomotion de 500 kg pour faire démarrer une voiture de 1500 kg, et l'amener en un temps raisonnable à sa vitesse de régime. La disposition actuelle des mécanismes d'embrayage et de changement de vitesse permet, il est vrai, d'obtenir de beaux démarrages et une mise rapide en vitesse: mais ce n'est là qu'une satisfaction sportive qui ne vaut certainement pas qu'on lui sacrifie la route et la voiture. Il y a donc des mesures à prendre pour amener peu à peu la modification de ces mécanismes, et nous pensons que le Congrès ferait œuvre utile en marquant aux constructeurs la voie dans laquelle ils devraient s'engager.

RÉSUMÉ

L'étude théorique que nous venons de faire des effets des nouveaux modes de locomotion sur les chaussées conduit en résumé aux conclusions suivantes :

L'usure des routes est due aux réactions normales, tangentielles et transversales des roues des divers véhicules, et aux effets de cavitation qui se produisent dans le sillage des voitures rapides.

Comme les routes sont construites de manière à présenter une grande résistance aux réactions normales des roues, ces réactions ne peuvent les

détériorier que si elles sont assez élevées pour amener l'écrasement et l'effritement des matériaux de la chaussée.

Les réactions tangentielles des roues traînées sont négligeables, mais celles des roues motrices peuvent être très élevées. Comme la couche superficielle du sol, à laquelle ces réactions sont appliquées, se trouve dans de mauvaises conditions pour y résister, elles sont la principale cause de l'usure des routes parcourues par les automobiles. On doit chercher, en conséquence, à donner à la couche superficielle de la chaussée, par un choix et une disposition convenables des matériaux qui la constituent, de la cohésion et de l'élasticité dans le sens tangentiel.

Quant aux réactions transversales, elles peuvent être assez importantes lorsque le profil en travers est très bombé, mais c'est surtout dans les virages que les chaussées ont à en souffrir. Il faut, pour en atténuer les effets, diminuer le plus possible le bombement des chaussées, et modifier le tracé des routes de manière que l'on n'y rencontre plus de courbe à courbure trop prononcée.

Les bandages pneumatiques protègent la route, aussi bien que la voiture, contre les variations brusques des réactions normales, mais ils aggravent les effets nuisibles des réactions tangentielles, en amenant par une sorte de limage l'usure de la partie superficielle de la chaussée. Cet inconvénient est un peu atténué quand on emploie les antidérapants, mais on ne peut le faire qu'exceptionnellement, à cause de la grande puissance de destruction des rivets faisant saillie dont ils sont armés.

Il se produit par dépression et cavitation, dans le sillage des automobiles à grande vitesse, des remous d'air très violents qui dispersent dans tous les sens les particules très ténues du sol, projetées vers l'arrière par les roues motrices. Cet inconvénient, qui est réel, serait beaucoup atténué si l'on parvenait à empêcher l'usure et l'effritement de la couche superficielle de la chaussée en la rendant à la fois plus souple et plus compacte. On dit aussi, assez couramment, que le pneu fait ventouse sur le sol ; nous pensons qu'il y a plutôt là un effet de cavitation exercé par la roue sur la masse d'air devant laquelle elle fuit rapidement.

Sur une route neuve bien unie, les dégradations dues à la vitesse restent minimes, si du moins cette vitesse n'est pas excessive. Il n'est donc pas nécessaire, pour la conservation de la route, de limiter la vitesse des automobiles plus qu'il ne le faut pour assurer la sécurité des voyageurs. Les grandes vitesses sont au contraire très nuisibles, dès que la route est un peu entamée et présente des inégalités, aussi doit-on, dans ce cas, la réparer le plus promptement et le plus complètement possible.

Les dégradations dues au poids sont peu importantes, en général, dans le cas des automobiles ordinaires, parce qu'on ne donne que rarement une très grande vitesse à celles qui sont un peu lourdes. Le poids est au contraire la principale cause d'usure de la chaussée dans le cas des automobiles industrielles, parce que l'on doit alors se contenter d'une vitesse très

modérée. De là, en ce qui concerne les mesures à prendre pour la conservation de la route, une difficulté tenant à ce que le problème n'est pas tout à fait le même dans les deux cas. Aussi devra-t-on rechercher au Congrès s'il n'y aurait pas lieu de fixer, pour les automobiles de poids lourds, une limite supérieure de la charge par essieu.

On sait enfin que la disposition actuelle des mécanismes d'embrayage et de changement de vitesse permet de produire au démarrage un effort de locomotion supérieur de beaucoup à ce qui est nécessaire. Nous avons montré que c'est à cela qu'il faut attribuer, pour la plus grande part, l'usure anormale des routes. Il y a donc des modifications à apporter à ces mécanismes, et nous pensons que le Congrès ferait œuvre utile en marquant aux constructeurs la voie dans laquelle ils doivent s'engager.

Lille, le 30 juin 1908.

ÜBERSICHT

Unsere theoretische Untersuchung der Einwirkungen der neuen Verkehrsarten auf die Chaussée, führt zu nachstehenden Schlussfolgerungen :

Die Abnützung der Strassen wird durch die Normal, Tangential- und Querreaktionen der Räder der unterschiedlichen Fahrzeuge verursacht, sowie durch eine Saugwirkung, welche im Gefolge schneller Wagen auftritt.

Da nun die Strassen gegen die Normal-Radreaktionen äusserst widerstandsfähig gebaut sind, können sie nur dann durch dieselben beschädigt werden, wenn die Reaktionen genügend stark sind, um ein Zerquetschen oder Abbröckeln der Strassenmaterialien zu verursachen. Tangentialreaktionen gezogener Räder können nicht in Betracht, doch können Triebräder sehr bedeutende hervorrufen. Da die Bedingungen, unter welchen die Decklagen des Bodens diesen Reaktionen Widerstand leisten, ungünstige sind, ist die Abnützung der von Automobilen befahrenen Strassen vornehmlich auf dieselben zurückzuführen. Es sind daher für die Decklagen sorgfältig gewählte und aufgebrachte Materialien zu nehmen, und ist auf deren Kohäsion und Elastizität in tangentialer Richtung zu achten. Querreaktionen können dann recht bedeutend sein, wenn das Querprofil sehr gewölbt ist, doch werden die Chausséen in erster Reihe an den Kurven durch dieselben beansprucht. Zu ihrer Abschwächung ist die Wölbung der Chaussée möglichst zu verringern, und das Trassée derart abzuändern, dass Kurven mit zu kleinen Krümmungshalbmessern beseitigt werden.

Pneumatiks schützen wohl Strasse und Wagen gegen allzu plötzliche Schwankungen der normalen Reaktionen; doch verstärken sie die beschädigende Einwirkung der Tangentialreaktionen, indem sie die Decklage der Chaussée gewissermassen abraspeln. Dieser Übelstand erfährt bei Anwendung von Gleitschützern eine leichte Abschwächung; doch sollte man sich ihrer wegen den höchst zerstörenden Einwirkung der vorspringenden Nieten, nur in Ausnahmsfällen bedienen.

Im Gefolge rasch fahrender Automobile werden durch Unterdruck und Saugwirkung heftige Luftwirbel erzeugt, welche die durch die Triebräder rückwärts geschleuderten, feinen Bodenteilchen, nach allen Richtungen tragen. Dieser ernste Übelstand würde wesentlich abgeschwächt, wenn man die Abnützung und das Abbröckeln der Decklage durch eine elastischere und dennoch festere Bauart beheben könnte. Man vergleicht auch häufig die Einwirkung der Pneumatiks auf den Boden, mit der eines Schröpfkopfes :

Wir glauben vielmehr, dass das Rad die Luftmassen, vor welchen es rasch dahinrollt, ansaugt.

Auf einer neuen, glatten Strasse, bleiben die durch Schnelligkeit verursachten Zerstörungen auf ein geringes Mass beschränkt, solange wenigstens diese Schnelligkeit keine übermässige ist. Es ist daher unnötig im Interesse der Strassenerhaltung die Schnelligkeit der Automobile mehr zu beschränken, als es die Sicherheit der Passagiere erheischt. Grosse Schnelligkeiten sind hingegen dann nachteilig, wenn die Strasse bereits teilweise abgenützt ist, und Unebenheiten aufweist: in diesem Falle sind Ausbesserungen ehebaldigst und möglichst gründlich vorzunehmen.

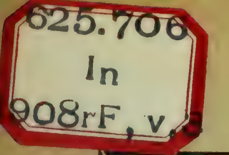
Durch hohes Gewicht bedingte Zerstörungen sind — insofern Tourenwagen in Frage kommen — unbedeutend, da man mit denselben, wenn sie nur einigermassen schwerer sind, nicht allzuschnell fährt. Bei Lastenautomobilen ist hingegen hohes Gewicht ein Hauptfaktor der Strassenabnützung, da man in diesem Falle sich mit einer mässigen Geschwindigkeit begnügen muss. Hieraus ergiebt sich für die im Interesse der Strassenerhaltung zu treffenden Massnahmen deshalb eine Schwierigkeit, weil in beiden Fällen das Problem ein anderes ist. Auch sollte der Kongress prüfen, ob für den Achsdruck nicht die Festsetzung einer höheren Grenze angezeigt wäre.

Endlich ist bekannt, dass die Kraftleistung der gegenwärtig gebräuchlichen Einrückungs- und Wechselgetriebesapparate beim Anfahren weit grösser als dies zur Fortbewegung erforderlich ist. Wir haben bewiesen, dass die ausserordentliche Abnützung der Strassen eben auf diesen Umstand zurückzuführen ist. Diese Organe wären daher abzuändern, und wir sind der Ansicht, dass es anerkennenswert wäre, wenn der Kongress den Konstrukteuren die einzuschlagenden Wege weisen würde.

(Übersetz. Blaevoet.)

62264. — PARIS, IMPRIMERIE LAHURE

9, rue de Fleurus, 9



Ier CONGRÈS INTERNATIONAL DE LA ROUTE
PARIS 1908

5e QUESTION

EFFETS DES NOUVEAUX MODES DE LOCOMOTION SUR LES CHAUSSÉES

RAPPORT

PAR
M. Ch. WALCKENAER
Ingénieur en chef des Mines.
Professeur à l'École des Ponts et Chaussées, à Paris.

PARIS
IMPRIMERIE GÉNÉRALE LAHURE
9, RUE DE FLEURUS, 9

1908

EFFETS DES
NOUVEAUX MODES DE LOCOMOTION
SUR LES CHAUSSÉES

RAPPORT

PAR

M. Ch. WALCKENAER

Ingénieur en chef des Mines, Professeur à l'École des Ponts et Chaussées, à Paris.

Parmi les causes d'usure des routes, la circulation automobile joue un rôle de plus en plus sensible. Sans doute, elle ne constitue que l'un des facteurs de la désagrégation des chaussées; pour qui envisage, dans son ensemble, la situation actuellement faite aux services de voirie par les divers modes de locomotion et de transport, elle n'a encore qu'une importance très relative. Nombre de nos routes ont autrement à souffrir de la lourdeur des chariots de betteraves ou de minerais, ou du piétinement des troupeaux de moutons, que du passage des automobiles. Mais le développement de la locomotion mécanique est si rapide qu'on ne saurait assigner, pour l'avenir, de limites certaines à ses conséquences.

L'action exercée sur une chaussée par le passage des automobiles résulte à la fois de leur poids et de leur vitesse. Mais une distinction s'impose immédiatement entre les voitures rapides, munies de bandages pneumatiques, et les véhicules de transport dits *poids lourds*.

I. — VOITURES A BANDAGES PNEUMATIQUES.

Pour les voitures à bandages pneumatiques, les actions dynamiques sont seules à considérer. Au repos ou dans la marche lente, le pneumatique s'appuie simplement sur le sol par un méplat dont l'étendue, pour une valeur donnée de la pression de gonflement, est d'autant plus grande que la roue est plus chargée; la pression statique sur la chaussée reste toujours des plus modérées.

Mais, en vitesse, il se produit un phénomène dynamique qui est une cause active de détérioration de la route : c'est la dispersion des menus matériaux. La matière d'agrégation disparaît plus ou moins rapidement, enlevée sous forme de poussière et ne pouvant retomber définitivement qu'en dehors de la voie suivie par les automobiles. On a dit que les pneumatiques opèrent une succion, comme des ventouses : la comparaison est discutable. Toujours est-il que le phénomène, dont l'activité augmente considérablement avec la vitesse des automobiles, dépend à la fois de l'action que les bandages exercent sur le sol, par friction ou autrement, et du puissant appel d'air produit par l'écran mobile que constitue la voiture.

L'effet, sur les chaussées empierrées, est une mise à nu de la mosaïque. La matière d'agrégation se trouvant enlevée au fur et à mesure qu'elle se reforme par l'usure des pierres, celles-ci demeurent sans protection et privées du garnissage qui contribuait à les assujettir et à les solidariser. Elles se déchaussent sous l'action de la circulation de toute espèce, elles se brisent aux arêtes ; l'empierrement se désorganise au lieu de s'user régulièrement.

Pour qu'un macadam résiste le mieux possible à ce mode de détérioration, l'important n'est pas qu'il soit formé d'une pierre très dure. Mais il faut que les matériaux soient parfaitement enchevêtrés et que leur solidarité soit, autant que possible, assurée indépendamment de la matière d'agrégation. Des pierres cassées à formes anguleuses, employées avec une faible proportion de matière d'agrégation et fortement cylindrées, valent mieux que des cailloux arrondis, surtout s'ils sont faiblement comprimés. D'autre part, la mosaïque se trouve moins vite et moins complètement dénudée lorsque la matière d'agrégation est compacte, ne se résout pas facilement en poussière, adhère aux matériaux d'empierrement : cette remarque s'applique à la fois à la matière d'agrégation primitive et à celle qui se reforme continuellement aux dépens des pierres. Par conséquent, la détérioration est moins active avec les empierrements formés de matériaux feldspathiques, dont le détritus fournit par la kaolinisation une certaine proportion d'argile agglutinante, qu'avec ceux dont l'usure donne un sable poussiéreux. Les chaussées empierrées au moyen de granite, de gneiss, d'ophite ou de calcaire compact souffrent moins que celles en cailloux roulés siliceux ou, d'une manière générale, en matériaux durs mais difficiles à lier.

Il est évident d'ailleurs que, pour un même empierrement, l'action est d'autant plus intense que l'état de l'atmosphère est plus propice à la formation de la poussière et que le sol est plus sec. Les chaussées sur sous-sol frais se comportent mieux que celles établies sur fond graveleux et perméable.

Ce sont les mêmes considérations qui expliquent l'effet des arrosages et des goudronnages. Ces procédés ne sont autre chose que des moyens

de donner à la couche superficielle la compacité nécessaire pour empêcher l'enlèvement des menus matériaux sous forme de poussière. Leur efficacité est incontestable ; elle est malheureusement limitée comme durée. Point n'est besoin d'insister sur l'arrosage : ses effets, par beau temps, sont tellement momentanés que l'on ne peut songer à y recourir que sur une très petite échelle et dans des cas tout spéciaux. Le goudronnage est beaucoup plus durable. Toutefois la perfection et la persistance de ses effets dépendent essentiellement de la manière dont il est effectué. Un goudronnage parfaitement continu et régulier, judicieusement dosé et intimement incorporé au revêtement de la route, supprime très bien la poussière et met, pendant assez longtemps, la croûte superficielle en état de résistance contre le mode de détérioration qui nous occupe. Un goudronnage irrégulier, incomplet ou excessif et mal lié à la chaussée, ne tarde pas à s'enlever par plaques ou à s'effriter.

La désagrégation d'un empierrement est particulièrement à craindre lorsque, au lieu d'offrir une surface continue et régulière, il présente des parties faibles ou des défauts d'homogénéité. La résistance des routes fréquentées par les automobiles est, par suite, grandement influencée par les méthodes d'entretien. On réalise les meilleures conditions en procédant par rechargements généraux fortement cylindrés et en adoptant une période d'aménagement qui ne laisse pas trop démaigrir la chaussée. Par contre, les réparations au moyen d'emplois partiels sont incapables d'assurer l'homogénéité désirable.

A partir du moment où les matériaux d'empierrement commencent à être attaqués, si l'on tarde à réfectionner la chaussée, la détérioration va s'accélérant. Des flaches se forment. Les roues des véhicules qui se succèdent sur la route frappent le sol au passage de chaque flache, puis rebondissent et vont donner un nouveau choc un peu plus loin De là résulte la formation d'une succession de flaches régulièrement espacées, qui se creusent toujours davantage. Sur certaines voies à circulation automobile intensive, on est arrivé à avoir ainsi des chaussées bosselées de la plus curieuse et déplorable façon.

Dans les virages, il se produit une dégradation spéciale. La force centrifuge amène des dérapages plus ou moins sensibles, qui produisent une friction transversale des bandages sur la chaussée. Cette friction est d'autant plus intense que la même action centrifuge fait porter sur les roues situées du côté extérieur de la courbe la plus grande partie du poids du véhicule. De plus, le conducteur, qui a débrayé pour aborder le virage, reprend de la vitesse une fois en courbe, de sorte qu'au frottement transversal s'ajoute le frottement tangentiel. Enfin, sur les routes bombées comme elles le sont d'ordinaire, on vire à la corde pour profiter du devers : il en résulte que les roues passent à peu près toutes dans le même tracé, aussi bien pour les voitures allant dans un sens que pour celles venant dans l'autre. Comme résultat, il se produit, dans le virage,

un frayé correspondant à la trajectoire des roues motrices du côté du grand rayon de la courbe suivie, soit à 2 mètres environ du bord intérieur de la route. Les menus matériaux arrachés et lancés sous l'effort du frottement parsèment la chaussée sur toute la partie extérieure de celle-ci.

Pour prévenir cette dégradation spéciale des tournants de route, il est utile de relever légèrement les virages, en donnant à la chaussée, sur toute sa largeur, un devers vers l'intérieur de la courbe. Les conducteurs d'automobiles n'ont plus, dès lors, le même intérêt à suivre tous la même piste; ceux dont le sens de marche est tel qu'ils ont à virer vers la gauche peuvent facilement continuer à tenir le côté droit de la route, ce qui est un avantage pour la sécurité de la circulation, en même temps que l'usure de la chaussée se trouve à la fois atténuée et mieux répartie.

La mise en action des freins, surtout si elle produit le patinage des roues, est aussi une cause active d'attaque du revêtement de la chaussée. En général, les conducteurs ont tout intérêt à s'arrêter d'une manière progressive et à ménager leurs coups de frein : on ne saurait trop leur recommander, dans l'intérêt de l'automobile comme dans celui de la route, de ne pas s'écarter, hors le cas de nécessité, de cette sage manière de conduire. Il y a cependant certains points spéciaux de la voie, par exemple des parties très déclives, où la mise en action des freins est une nécessité et où, en fait, elle amène fréquemment le patinage. Il se produit là des frayés dont le développement peut être fort rapide, surtout si l'étroitesse du chemin ou l'existence d'une courbe conduit les automobilistes à suivre à peu près tous la même trajectoire.

Sur toutes les parties de route, courbes, déclivités accentuées, etc., où les glissements des roues sur le sol tendent à prendre une amplitude notable, il est bon de constituer et d'entretenir la chaussée de manière qu'elle soit suffisamment dure et peu glissante, tant en vue d'en atténuer l'usure que dans l'intérêt de la sécurité et de la commodité de la circulation.

Il est évident que la nature de la bande de roulement n'est pas sans exercer une influence, petite ou grande, sur les divers effets qui viennent d'être décrits. Au sujet des différences existant sous ce rapport entre une enveloppe lisse et un bandage antidérapant, quelques distinctions sont nécessaires.

Considérons d'abord le simple roulement d'une roue libre sur une chaussée unie, sans tendance au dérapage. Dans ce cas, l'action du pneu ferré diffère de celle du pneu lisse par une augmentation de l'effort statique, résultant de ce que la pression se localise sur les rivets, au moins en partie; cette localisation est plus ou moins complète selon la souplesse de la semelle, la forme et la disposition des rivets et l'état du sol lui-même. Ces pressions locales pourraient être, par elles-mêmes, une cause de fatigue pour le revêtement de la chaussée si l'impression des rivets était trop accentuée.

Il est à remarquer, toutefois, que cette impression ne s'accompagne, sur une chaussée unie, d'aucun choc vertical. On a comparé les rivets d'un pneu ferré à autant de marteaux qui viennent, dit-on, frapper la chaussée : c'est oublier que la masse frappante d'un marteau est portée par un bras de levier d'une longueur notable, tandis que le mouvement d'un clou de bande est, à chaque instant, une rotation autour d'un centre instantané dont le clou se rapproche jusqu'à venir en coïncidence avec lui. Considéré dans son mouvement vertical, le clou vient se poser sur le sol avec une vitesse infiniment petite[1].

Cette observation, il est vrai, ne s'applique qu'au roulement sur une surface unie. Si, par suite des inégalités du sol et du jeu des ressorts, la roue exerce sur la chaussée une succession de chocs verticaux, il est clair que les rivets y participent. Mais leur masse étant minime et leur support étant doué de souplesse dans le sens radial, ce n'est pas sous cette forme que leur influence est à craindre.

Par contre, les rivets interviennent, avec d'autant plus de force que leur impression sur le sol est plus profonde, toutes les fois que la roue exerce un effort de frottement énergique.

Envisageons l'effort tangentiel exercé par une roue motrice. La présence des rivets a pour effet d'accroître le coefficient d'adhérence et, pour ainsi dire, de faire engrener la roue avec la chaussée. En principe, la substitution d'un engrenage à un contact entre surfaces lisses n'est nullement une cause nécessaire d'usure ou de détérioration. Tout au contraire, en supprimant le glissement, on évite la dépense, en pure perte, d'un travail qui userait les surfaces frottantes.

Mais le système formé par le pneu ferré et le macadam ne se comporte pas comme un engrenage parfait. D'une part, la suppression du glissement, dans la mesure où elle se trouve réalisée, n'a lieu qu'au prix d'un accroissement des efforts horizontaux exercés sur les matériaux de l'empierrement, efforts qui tendent à les déchausser. D'autre part, des glissements subsistent, moins continuels peut-être et certainement de moindre amplitude, toutes choses égales d'ailleurs, que si le bandage était lisse, mais qui, à égalité d'amplitude, doivent dégrader plus profondément la chaussée, puisqu'ils la raclent plus fortement. En particulier, ce mode de détérioration s'exerce lors des démarrages rapides, ou au début de la montée des côtes, et cela d'autant plus que l'adhérence due aux antidérapants permet de rendre le démarrage plus brusque et l'ascension de la côte plus rapide.

Des remarques analogues s'appliquent, qu'il s'agisse des roues motrices ou des roues directrices, aux efforts transversaux, c'est-à-dire aux efforts

1. Si l'on désigne par r la longueur du rayon allant de l'axe de la roue au clou de bande et par α l'inclinaison de ce rayon sur la verticale, la distance du clou au sol est $r\,(1 - \cos\alpha)$. La composante verticale de la vitesse avec laquelle le clou se rapproche du sol est par suite $r\omega \sin\alpha$, ω étant la vitesse angulaire de rotation de la roue, supposée constante ; valeur qui s'annule avec α.

de dérapage. Les bandes armées de rivets diminuent évidemment les glissements dans le sens transversal : c'est l'objet même de leur emploi ; mais ce résultat se trouve réalisé moyennant des efforts qui tendent à chasser les pierres de leurs alvéoles et les glissements qui subsistent sont de nature à produire une dégradation d'autant plus profonde qu'elle est moins étendue.

Enfin, quand les freins sont mis en action, il est de toute nécessité qu'une certaine quantité d'énergie soit transformée en travail de frottement. Ce frottement peut être celui des couronnes de frein contre les sabots, les roues continuant de tourner, ou celui des bandages contre le sol, les roues patinant. Le pneu ferré, procurant une limite d'adhérence plus élevée que le bandage lisse, permet de pousser jusqu'à une plus grande force retardatrice le premier mode de freinage, mais au prix d'une plus grande réaction tangentielle de la chaussée. Quant à la deuxième espèce d'action retardatrice (blocage et patinage des roues) elle est plus puissante avec l'antidérapant qu'avec le pneu lisse, mais, produisant l'arrêt plus vite, elle agit plus profondément sur le sol.

Somme toute, en supposant un pneu ferré dont les rivets ne s'impriment pas sur le macadam d'une manière exagérée, la question de savoir si ce pneu use davantage la route qu'un pneu lisse est sujette à discussion en ce qui touche les parties faciles du parcours. Dans une certaine mesure, bandage et chaussée peuvent se trouver ménagés par la réduction des glissements. Mais, sur tous les points où les efforts de frottement des roues contre le sol deviennent intenses et où des glissements se produisent, l'antidérapant, plus puissamment armé que l'enveloppe lisse, attaque plus fortement la chaussée.

L'emploi des antidérapants procure à l'automobiliste, sur ces points spéciaux de la route, une sécurité qui a trop de prix pour qu'il soit possible d'y renoncer. Il faut donc que la route soit mise, par sa constitution et ses méthodes d'entretien, en état de suffisante défense contre ces actions spéciales. Mais, de leur côté, les automobilistes doivent s'astreindre à n'employer que des antidérapants qui ménagent suffisamment le sol. Les rivets doivent être exclusivement à tête plate et ils ne doivent avoir, eu égard à leur diamètre, qu'une saillie très modérée.

Tout ce qui vient d'être dit s'applique spécialement aux chaussées empierrées, cas ordinaire des routes actuelles.

Sur les pavages, la circulation des automobiles à roues pneumatiques est à peu près sans influence. Toutefois, lorsque le pavage comporte des joints d'une largeur notable, il arrive que le sable de ces joints se trouve, lui aussi, dispersé par enlèvement d'un peu de poussière, après quoi il y a tendance au déchaussement des pavés. On remédie à cet effet, en opérant sur la chaussée de légers sablages; mais on accentue ainsi, pour les riverains et les usagers de la route, l'inconvénient de la poussière, dont le pavage devrait les exempter complètement. La route pavée constitue une

voie très convenable pour la circulation intensive des automobiles de vitesse, à la double condition qu'ils offrent au roulement une surface unie et que les joints soient assez serrés pour ne pas comprendre de sable en quantité notable. C'est ce qu'on réalise en employant des pavés de petit échantillon, à faces planes, assis sur une forme bien faite et soigneusement assemblés. Il y a là une solution intéressante, qu'il ne faut d'ailleurs nullement confondre avec les anciens pavages à gros pavés inégaux, et qui, sur certaines sections de route à grande circulation automobile, permet de concilier une suffisante douceur de roulement, bien préférable aux cahots d'un empierrement en mauvais état, avec une parfaite résistance de la chaussée.

Des cours de dalles, judicieusement disposés de manière à ne pas prêter à la formation d'ornières, pourraient réunir les mêmes qualités.

Quant aux revêtements spéciaux des chaussées urbaines, pavage de bois et asphalte, la circulation des automobiles à roues pneumatiques n'y produit pas d'usure sensible. En ce qui touche le pavé de bois, particulièrement intéressant à raison de ses qualités pour l'adhérence et le roulement, l'avenue des Champs-Élysées, à Paris, offre un exemple extrêmement instructif de l'action comparative des automobiles et des voitures attelées de chevaux. La partie axiale a été réservée au premier mode de circulation, les bas-côtés à la seconde. Encore y a-t-il lieu de tenir compte de ce que, sur la piste du milieu, ce ne sont pas seulement les automobiles à pneumatiques qui circulent : les *autobus* y passent, avec leurs roues cerclées de caoutchouc massif et fortement chargées, surtout celles de l'arrière, dont les bandages sont constitués par des couronnes de blocs et éprouvent une trépidation continuelle. Néanmoins, on peut constater que la voie des véhicules à propulsion mécanique, nettement distincte de celle des voitures à chevaux par l'aspect de sa teinte foncée, conserve une surface plus généralement unie et surtout offre moins de tendance à l'usure irrégulière des éléments du pavage que les parties latérales de l'avenue, martelées par les sabots des chevaux.

II. — POIDS LOURDS

Lorsqu'il s'agit des véhicules de transports, ou *poids lourds*, la question devient toute différente. On n'a plus affaire avec des vitesses de même ordre; par contre, les essieux sont beaucoup plus fortement chargés et la nature des bandes de roues n'est plus la même.

Certains véhicules appartenant à cette classe, tels que les omnibus automobiles ou quelques types de camions légers, ont toutes leurs roues munies de bandages ou de blocs de caoutchouc, pleins ou légèrement creux. Dans ce cas, la nécessité de ménager la compression et l'échauffement du caoutchouc impose une limite étroite à la pression des roues sur le sol; et comme, d'autre part, l'élasticité du caoutchouc, même

plein, amortit très notablement les chocs, on ne constate pas, aux vitesses modérées que prennent habituellement ces véhicules, qu'ils dégradent notablement les chaussées solides des villes.

Nous avons seulement, en ce qui les concerne, à noter un inconvénient d'une autre espèce. Certains d'entre eux, tels que les omnibus automobiles actuellement en service à Paris, dont l'essieu d'arrière est chargé à 4 tonnes et demie et dont les roues motrices sont munies, par raison de résistance au dérapage, de bandages discontinus formés de couronnes de blocs, font vibrer la plate-forme de la voie publique. Cette action est surtout sensible lorsque la plate-forme est constituée par le tablier d'un ouvrage d'art, comme c'est le cas pour les rues sous lesquelles passe le chemin de fer métropolitain, et lorsque le revêtement a une surface dure et inégale comme les pavages de pierre du type courant. La vibration, propagée par le sol, donne lieu, dans les immeubles avoisinants, à des trépidations, particulièrement sensibles aux étages les plus élevés. De même que la plupart des autres effets dynamiques dont il a été précédemment question, cet inconvénient prend une importance rapidement croissante avec la vitesse.

Il importe donc, pour ce genre de circulation, d'une part, d'avoir des chaussées solidement assises, et dont la surface soit aussi unie que possible sans toutefois prêter au dérapage, d'autre part de réduire la masse des véhicules, de n'exagérer jamais leur vitesse, de constituer leurs roues et leur suspension de manière que leur roulement soit doux et uniforme.

Passons aux automobiles de poids lourd, à roues cerclées de fer. Les nécessités d'ordre mécanique n'imposent aux constructeurs de cette catégorie de véhicules, aucune limite de charge par essieu. Par conséquent, ce n'est pas seulement la conservation du revêtement des voies publiques qui peut, en certains cas, se trouver compromise, ce serait aussi la résistance des ouvrages d'art si le poids des véhicules était excessif.

Plaçons-nous successivement à ces deux points de vue, en commençant par la résistance des ouvrages d'art.

Le danger n'est pas purement chimérique. On a mis en circulation sur quelques points, à Paris notamment, des camions à vapeur pesant 20 tonnes en charge. Or, les ponts-routes ne sont pas normalement établis en vue du passage de véhicules aussi lourds. En France, sur le parcours des routes nationales, les ouvrages métalliques récents sont construits en conformité de l'instruction ministérielle du 29 août 1891. Leurs conditions de résistance sont celles définies par les articles 15 à 19 de ce règlement : le travail du métal a été calculé en supposant les charges qu'indique l'article 17 et chaque travée a été soumise aux épreuves fixées par l'article 19. La charge normale est composée de files de tombereaux de 6 tonnes, attelés chacun de deux chevaux. Il est vrai que le règlement prévoit le passage, lors des épreuves, d'unités plus

lourdes, tombereaux de 11 tonnes attelés de 5 chevaux ou chariots à 4 roues pesant 8 tonnes par essieu et attelés de 8 chevaux; mais les charges extrêmes prévues imposent au métal des efforts dépassant déjà de 1 kilogramme par millimètre carré les chiffres admis pour base des calculs, et les ponts ne sont d'ailleurs pas faits pour être éprouvés tous les jours.

Notons que ce qui vient d'être dit s'applique aux ouvrages d'art des routes nationales, construits postérieurement aux instructions de 1891. Mais les ponts de la voirie départementale ou vicinale ne sont pas aussi résistants. D'autre part, sur les routes de toute classe, il y a des ouvrages anciens ou des ouvrages de nature spéciale, tels que les ponts suspendus, dont la résistance est notablement inférieure et échappe à toute définition générale. Somme toute, même en laissant de côté les ouvrages particulièrement faibles et considérant simplement les conditions ordinaires des routes, on voit qu'il y a, dans la construction des automobiles de poids lourd, une limite de prudence à observer pour que le poids des véhicules ne risque pas de fatiguer les ponts.

Ce qui précède ne tient compte que de l'effet statique du poids sur l'ouvrage. Au passage d'une automobile sur un pont métallique, celui-ci ne subit pas seulement une charge statique, mais aussi divers effets dynamiques qui sont fonction tout à la fois de la vitesse du passage, de l'écartement des essieux, des dispositions du pont et de la nature de son revêtement. La question, sous ce rapport, n'est pas la même lorsqu'il s'agit d'automobiles que s'il s'agissait de voitures à traction de chevaux, les résonances ne correspondant pas à des périodes de même ordre. Les rares expériences faites à ce sujet ont donné des résultats intéressants; mais il ne faudrait pas trop se hâter de généraliser ni de conclure.

Envisageons maintenant la question des dégradations de la chaussée. A cet égard, la nécessité apparaît tout d'abord de ne pas cisailler le revêtement de la route par l'excès de la pression des roues : une limite s'impose donc pour la charge par centimètre de largeur de jante. Les rouleaux compresseurs à vapeur habituellement employés donnent des charges variant de 80 à 120 kilogrammes par centimètre de génératrice et il arrive souvent qu'ils produisent eux-mêmes un certain écrasement des matériaux. Il est vrai que ceux-ci n'ont pas encore pris leur enchevêtrement définitif; après achèvement le macadam est plus résistant. Quoi qu'il en soit, la généralité des chaussées ne saurait supporter sans dommage les charges de plus de 150 kilogrammes par centimètre de jante; c'est seulement sur des routes établies dans des conditions particulières de résistance qu'on peut aller jusqu'à 200 kilogrammes.

En réalité, la pression sur le sol, pour une charge donnée de la roue, n'est pas seulement fonction de la largeur de la jante. Elle dépend aussi de sa courbure, c'est-à-dire du diamètre de la roue. Mais, dans ces considérations nécessairement approximatives, nous pouvons laisser de côté cet élément parce que le diamètre des roues des véhicules à propulsion méca-

nique n'a pas une échelle de variations très étendue. Une réserve plus importante est celle-ci : les chiffres qui viennent d'être indiqués supposent que la charge se répartit uniformément sur toute la largeur de la jante. C'est là une hypothèse d'autant plus éloignée de la vérité que les jantes sont plus larges, les deux roues d'un même essieu plus écartées l'une de l'autre et la chaussée plus bombée. A côté de la proportion à garder entre la largeur des jantes et la charge, on doit donc avoir soin de limiter la valeur absolue de celle-ci, de manière que la largeur utile de la jante n'ait pas à être excessive. Pour des roues à jantes de 15 centimètres de largeur, une charge de 150 kilogrammes par centimètre correspond à une charge totale de 4 tonnes et demie sur l'essieu.

Sur les chaussées pavées en pierre, à moins que le pavage ne soit fait en petits matériaux et avec des précautions spéciales pour assurer l'uni de la surface, l'inégalité du pavage ne permet guère d'être certain que la roue porte sur plus d'un pavé à la fois. Il n'y a donc pas à compter, dans ce cas, sur une répartition de la charge, intéressant toute la largeur de la jante ; cette largeur n'intervient plus, mais seulement la valeur absolue de la charge de la roue. Cette charge tend à enfoncer le pavé. La résistance de cette catégorie de chaussées à la dégradation qu'y tend à produire la circulation des *poids lourds* dépend donc de la solidité de la forme sur laquelle le pavage est assis.

Nous venons de parler de l'action statique des roues sur le sol de la route. Mais ce n'est encore qu'un côté de la question.

La vitesse joue un rôle des plus importants. Plus elle est grande, plus les réactions horizontales des roues prennent d'intensité : sur le macadam elles tendent à déchausser les pierres ; sur des chaussées pavées en bois et parcourues en vitesse par de lourds véhicules automobiles, on a constaté que les fibres du bois se trouvaient couchées en sens inverse du mouvement. Les chocs, dont l'intensité croît si rapidement avec la vitesse, sont particulièrement sensibles à raison de la rigidité des bandages. C'est ainsi que, sur des chaussées pavées en grès, on a observé que le passage rapide des automobiles lourds détachait des écales parallèles à la face supérieure des pavés, indice de la violence des chocs horizontaux.

Une limite de vitesse s'impose donc dans l'industrie des transports automobiles en fonction du poids des véhicules.

En fait, diverses entreprises de transport, qui ont mis en circulation des camions automobiles de 10, 15 tonnes et davantage ont éprouvé les plus sérieux mécomptes à cause de la rapidité avec laquelle ces lourds véhicules ont défoncé les voies empierrées, disloqué et brisé les pavages. Il a fallu supporter des frais élevés pour la réfection des routes et se borner à des vitesses de marche de l'ordre de celle d'un cheval au pas.

On reconnaît aujourd'hui que, toutes les fois que la nature des marchandises s'y prête, l'emploi de camions relativement légers, ayant au maximum une charge voisine de quatre tonnes sur leur essieu le plus

chargé, est plus pratique et plus avantageux. Ces véhicules d'une masse modérée sont d'un maniement plus facile. Ils peuvent prendre des vitesses du même ordre de grandeur que celle d'un cheval au trot sans que l'on voie s'accentuer trop sensiblement l'usure des routes. Or, la vitesse du transport accroît l'utilisation de l'engin, ce qui vient en compensation de la faible valeur de sa contenance. De plus, par elle-même, cette vitesse procure d'importants avantages commerciaux; elle constitue l'une des qualités susceptibles de faire préférer le transport mécanique au camionnage ordinaire. Dans les concours de camions avec moteur à essence de pétrole qui ont lieu sous le contrôle de l'A. C. F., la moyenne des poids des véhicules chargés qui était seulement de 3300 kg en 1900, parce que, à cette époque, l'art de la construction ne comportait pas de très grosses unités avec cette classe de moteur, s'est d'abord élevée progressivement jusqu'à un maximum voisin de 7000 kg qui a été atteint en 1905 : à cette date, le plus lourd véhicule participant au concours pesait 8800 kg. Puis, une décroissance rapide s'est manifestée, et dans le concours qui vient d'avoir lieu en 1908, le poids des véhicules en charge était en moyenne de 6000 kg, les valeurs extrêmes étant 4500 et 7500 kg. Les tendances actuelles de l'industrie peuvent donc être assez heureusement conciliées avec les nécessités de la conservation des routes, à la condition que les vitesses demeurent modérées.

Nous avons, dans ce qui précède, supposé que les bandages des roues, s'ils étaient métalliques, étaient exclusivement à surface lisse. Les bandes rigides armées de saillies imposent aux chaussées un surcroît d'usure qui s'est montré, dans certaines circonstances, absolument désastreux. C'est ce qui est arrivé notamment dans le cas de trains sur route, remorqués par un tracteur, dont les roues motrices doivent recevoir du sol une réaction tangentielle égale à la totalité de l'effort de traction du convoi. L'emploi de jantes à nervures saillantes, qui s'incrustent dans la chaussée, fournit évidemment un moyen, en augmentant l'adhérence, d'accroître fortement cette réaction tangentielle. Mais l'exagération de celle-ci tend à disloquer le revêtement de la route. Cette dislocation, une fois commencée, laisse ensuite le revêtement plus vulnérable sous l'action de la circulation ordinaire. Ajoutons que tout cheminement de véhicules en convoi a pour la chaussée cet inconvénient, que, si le premier véhicule amorce une dégradation quelconque, les suivants, qui repassent sensiblement sur la même piste, accentuent la détérioration sous la forme d'une ornière qui va s'approfondissant.

III. — RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

En résumé, la circulation des automobiles produit, sur les chaussées empierrées, une dispersion des menus matériaux, d'où mise à nu de la mosaïque et facile détérioration de l'empierrement. Ces effets sont d'autant

plus accentués que la vitesse des automobiles est plus grande, que les matériaux de la chaussée ont moins de liant, que leur solidarité dépend davantage de la matière d'agrégation, que celle-ci se soulève plus facilement en poussière. Tout défaut d'homogénéité favorise et précipite la dégradation. Le choix des matériaux, les méthodes de construction et de réparation des chaussées, doivent s'inspirer de ces remarques.

Dans les virages, une cause particulière d'usure provient des effets de la force centrifuge. Il serait utile, sur ces points, de relever la chaussée du côté extérieur de la courbe. D'autre part, il est désirable, tant dans les virages que sur tous les autres points où les roues prennent sur le sol des glissements accentués, que la route soit constituée en matériaux durs et peu glissants.

De leur côté, les automobilistes doivent, pour ménager la route, s'astreindre à n'employer comme antidérapants, sur leurs bandages pneumatiques, que des rivets à tête plate et n'ayant, eu égard à leur diamètre, qu'une saillie très modérée.

La circulation des véhicules automobiles de poids lourd, munis de roues caoutchoutées et circulant à vitesse modérée, n'est généralement pas, pour les voies résistantes sur lesquelles ces automobiles circulent, une cause sensible de dégradation. Mais il est de ces véhicules, tels que certains omnibus automobiles, qui impriment à la chaussée, particulièrement lorsque celle-ci est supportée par un ouvrage d'art ou pavée en pierre, des trépidations qui se répercutent dans les immeubles voisins. Il importe, pour prévenir cet inconvénient, de prendre des soins spéciaux quant à la constitution et à l'entretien de la voie publique et, d'autre part, de limiter la masse des véhicules, de n'exagérer jamais leur vitesse et d'assurer, par tous moyens appropriés, la douceur de leur roulement.

Quant aux automobiles de poids lourd avec roues à bandages rigides, il est tout d'abord nécessaire d'en limiter le poids à des valeurs compatibles avec la sécurité des ouvrages d'art. D'autre part, en vue de leur circulation sur les chaussées empierrées, la charge des roues ne doit généralement pas excéder 150 kg par centimètre de largeur de jante. Il est nécessaire aussi que cette largeur n'ait pas à être excessive, ce qui impose une limite à la charge totale par essieu. La limite de $4^{T},5$ paraît convenir à ce point de vue. La charge admissible est d'ailleurs variable en fonction de la vitesse des véhicules. Il est recommandable de faire usage de camions relativement légers, conformément d'ailleurs aux tendances actuelles de l'industrie.

Les bandages rigides doivent d'ailleurs être à surface lisse, sauf dans des cas spéciaux et sur des itinéraires convenablement choisis.

Paris, juin 1908.

62265. — Imprimerie Lahure, rue de Fleurus, 9, à Paris.

SCHLUSSFORDERUNGEN

Im Ganzen bewirkt der Automobilverkehr auf dem Steinschlag eine Verstreuung des kleinkörnigen Materials, wodurch der Steinschlag frei gelegt und leicht zerstört wird. Diese Nachteile machen sich immermehr mit der zunehmenden Schnelligkeit der Automobile geltend auch da, wenn die Strassenmaterialien nicht genügend untereinander gebunden sind, ihre Kohäsion allzusehr vom Bindemittel abhängt und dieses sich zu leicht in Staub verwandelt. Jeder Mangel an Gleichförmigkeit begünstigt und beschleunigt die Zerstörung. Bei der Wahl der Materialien, der Bau- und Ausbesserungsart der Chausseen ist darauf Rücksicht zu nehmen.

Einer der Hauptgründe der Abnützung der Chaussee an den Kurven ist auf die Zentrifugalkraft zurückzuführen. In dieser Hinsicht wäre es empfehlenswert, die Kurve am Aussenrande zu überhöhen. Andrerseits ist es wünschenswert, sowohl an den Kurven als auch überall dort, wo die Räder gleiten können, die Strasse aus möglichst harten und nicht schlüpfrigen Materialien zu bauen.

Ihrerseits sollen die Automobilist zur Schonung der Strasse nur Gleitschutze mit möglichst flachen Nieten annehmen, die im Verhältnis zu ihrem Durchmesser das Laufband nur um weniges überragen.

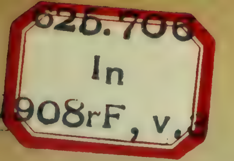
Der Automobillast wagenverkehr mit Vollgummiräder und von mässiger Geschwindigkeit richtet im Allgemeinen den widerstandsfähigen Strassen keine bedeutende Beschädigung an. Jedoch kommt es bei gewissen dieser Fahrzeugen vor — bei einigen Automobilomnibussen beispielsweise —, dass auf die Chaussee Erschütterungen übertragen werden, worunter die benachbarten Gebäude leiden; vornehmlich ist dies der Fall, wenn die Fahrbahn auf Kunstbauten ruht oder gepflastert ist. Um diesem Übelstand zu steuern sind besondere Vorkehrungen zu treffen : einerseits hinsichtlich des Baues und der Erhaltung der öffentlichen Verkehrsadern; andrerseits ist das Gewicht dieser Fahrzeuge zu beschränken; ihre Schnelligkeit darf keine übermässige sein; auch wäre möglichst für sanftes Fahren Sorge zu tragen.

Was die Lastenautomobile mit eiserner Bereifung betrifft, ist es gleichfalls nötig, ihr Gewicht auf einige Grenzen zu beschränken, die mit der Sicherheit der Kunstbauten verträglich sind. Andrerseits soll mit Rücksicht auf makadamisierte Strassen der Raddruck nicht mehr als 150 Kilogramme auf den Quadratcentimeter der Felgenbreite betragen. Es ist auch nötig, dass die Felgenbreite nicht übermässig ist, was wieder die Gesamtlast pro Achse reduziert. Eine Grenze von 4,5 Tonnen scheint in dieser Beziehung zu befrie-

digen. Die zulässige Nutzlast ist ausserdem als Funktion der Schnelligkeit der Fahrzeuge veränderlich. Es ist empfehlenswert, möglichst leichte Lastwagen in den Betrieb einzustellen, was überdies den gegenwärtigen Tendenzen der Industrie entspricht.

Eisenreifen sollen nicht gerillt sein, mit Ausnahme sonderer Fälle nämlich, wenn die Fahrbahn zweckmässig ausgerüstet ist.

(Übersetz. Blaevoet.)



Ier CONGRES INTERNATIONAL DE LA ROUTE
PARIS 1908

5e QUESTION

PERFECTIONNEMENTS
A APPORTER AUX AUTOMOBILES
POUR
RÉDUIRE L'USURE DE LA ROUTE

RAPPORT

PAR

M. le Colonel R.-E. CROMPTON
C. B. M. I. C. E.
Vice-Président de l'Association pour l'amélioration des Routes,
Délégué par cette Association.

PARIS
IMPRIMERIE GÉNÉRALE LAHURE
9, RUE DE FLEURUS, 9
—
1908

PERFECTIONNEMENTS A APPORTER AUX AUTOMOBILES POUR RÉDUIRE L'USURE DE LA ROUTE

RAPPORT

PAR

M. le Colonel R.-E. CROMPTON

C. B. M. I. C. E.

Vice-Président de l'Association pour l'amélioration des Routes

Délégué par cette Association.

L'augmentation d'usure causée au revêtement des routes par l'apparition des automobiles, source d'un considérable surcroît de dépenses pour l'entretien de nos routes, attire en ce moment sérieusement l'attention dans les principaux pays d'Europe.

Dans les premiers temps, alors que les automobiles de promenade n'avaient que des pneus unis, leurs propriétaires étaient fondés à prétendre que les voitures à chevaux constituaient la cause principale d'usure pour les routes et que les roues des automobiles avaient pour seul effet de soulever et disperser la poussière créée à la surface de la route par le frottement des pieds ferrés des chevaux et des bandages ferrés des roues des voitures à traction animale. Mais on ne peut plus en dire autant à l'heure actuelle. Les pneus à rivets d'acier dont l'usage a pris aujourd'hui de grandes proportions ont entraîné une augmentation importante d'usure du revêtement et l'on sait que le fait se vérifie aussi bien en France qu'en Grande-Bretagne. La réduction au minimum des frais du transport par route n'est plus un problème où le véhicule seul entre en jeu; au contraire, le revêtement de la route et le véhicule qui la parcourt doivent être considérés comme un couple mécanique; de même que la roue des wagons et le rail des chemins de fer. J'ai attiré l'attention sur ce point il y a à peine

deux ans dans un mémoire que j'ai lu au siège de la Société des Ingénieurs civils anglais, à Londres, sur « les automobiles modernes » ; j'y ai signalé l'extrême importance des perfectionnements qu'il y a lieu d'apporter à la construction des automobiles en vue de diminuer l'usure de la route, et j'ai consacré à cette partie du sujet une grande partie de mon mémoire.

On peut diviser les automobiles modernes en deux classes : 1° celle des voitures de promenade à allure rapide qui sont presque toutes munies de pneus ; 2° celle des « poids lourds » dont la vitesse est moindre et dont on se sert pour les transports commerciaux des voyageurs et marchandises sur les chaussées européennes. Il est probable que pour une grande partie de la Grande-Bretagne et pour la France entière, la cause principale d'augmentation du prix de revient de l'entretien des routes est constituée par l'accroissement du nombre des automobiles de la première catégorie, mais dans certaines parties de l'Angleterre, notamment dans le Yorkshire et le Lancashire, les poids lourds servant au transport industriel effectué en petite vitesse se sont multipliés si rapidement, que nous croyons pouvoir attribuer surtout dans ces comtés le surcroît d'usure des routes à ces véhicules pesants.

DE L'INFLUENCE DU CLIMAT SUR LE REVÊTEMENT DES ROUTES

Je ne me propose pas d'allonger ce rapport en discutant la question de savoir s'il faut substituer le goudron à l'eau comme matière d'agrégation du revêtement, car on admet généralement maintenant que la substitution d'une substance insoluble de la nature du goudron ou de ses composés, comme agent de cohésion pour les parcelles les plus fines d'un revêtement, à la place de l'eau dont on se servait auparavant, peut être regardé aujourd'hui comme un moyen certain de diminuer le coulage de ces éléments sous forme de boue par les temps humides et leur entraînement par le vent ou par le courant d'air que produit le passage des voitures, sous la forme de poussière par les temps secs. Nous avons donc tout lieu de croire que l'emploi d'une matière d'agrégation imperméable prendra une extension considérable et constituera un moyen de conserver les revêtements des routes de France et de Grande-Bretagne dans un meilleur état qu'on ne le croyait possible auparavant. Tous les usagers de la route aussi bien ceux qui voyagent en automobile ou sur des voitures de livraison, que ceux qui utilisent les voitures à chevaux ou vont en bicyclette, ainsi que tous les riverains de la route, sentiront les avantages de l'adoption de ce système : moins de boue en hiver et de poussière en été ; enfin et surtout ceux qui doivent se procurer l'argent pour entretenir les routes apprécieront de ce fait les diminutions des matériaux dérangés et détruits par la circulation. En tout cas, dans le Royaume-Uni la majorité des ingénieurs des ponts et chaussées estime que cette matière d'agrégation insoluble

fera diminuer les frais d'entretien des routes. Mais mon dessein est d'attirer l'attention sur un ou deux points relatifs aux véhicules mêmes. Si l'on prend la première catégorie, celle des automobiles légères à allure rapide, dans quel sens faut-il perfectionner ? Il faut protester certainement avec toute l'énergie possible contre le développement des pneus à rivets d'acier, en effet, il est de notre devoir de préconiser leur suppression et leur remplacement par d'autres moyens donnant une prise suffisante sur la route pour permettre une vitesse satisfaisante et prévenir les dangers du dérapage.

Dans le Royaume-Uni, on se trouve en face de plusieurs inventions qui promettent de donner de bons résultats. Leur principe commun est de présenter à la route une bande caoutchoutée plus dure que celles dont on s'est servi jusqu'ici. Dans ces bandages de caoutchouc durci, on peut ménager des côtes, des saillies ou des toutes de caoutchouc durci, et assurant une adhérence suffisante pour prévenir le dérapage. Les pneus Palmer à côtes, les pneus Goodrich à gros grains de caoutchouc et le pneu Kempshall sont des types de perfectionnements de ce genre pour les bandages des automobiles légères, et les pneus Reilloc sectionnés sont de bons modèles pour les « poids lourds. »

Par l'emploi de ces pneus on peut réduire considérablement les détériorations causées à un bon revêtement de route goudronnée ; nous croyons en fait qu'une route de ce genre est de nature à durer autant qu'un asphaltage, mais, même dans ce cas, on peut améliorer la situation et diminuer l'usure par une petite augmentation du diamètre des roues motrices des véhicules légers, mais je traiterai ce point dans la seconde partie de mon rapport en étudiant les « poids lourds ».

Avec cette catégorie des « poids lourds », nous abordons un tout autre problème. Nous avons à examiner le transport des marchandises et des voyageurs en petite vitesse, de manière à réduire au minimum les frais d'entretien à la fois des voitures et des routes.

A mon sens, la solution la plus satisfaisante pour l'avenir consiste à appliquer la force motrice à plus de deux roues, en d'autres termes à répartir la charge des voyageurs ou marchandises à transporter sur plusieurs voitures, en les accouplant de façon à retrouver les avantages d'un seul moteur et d'une seule direction, sauf à prendre dans un seul et même convoi une charge de voyageurs et de marchandises suffisante pour diminuer le prix de revient par voyageur ou par tonne transportée.

C'est ce problème qu'ont réussi à solutionner M. le colonel Renard et M. Surcouf par la création du train Renard, et c'est dans l'introduction de ce train ou de trains de même nature qu'il faut voir le moyen de réduire les frais d'entretien des routes. Tant qu'il n'y aura qu'une seule machine pour traîner de lourds convois et qu'une seule couple de roues motrices pour recevoir la force de propulsion, comme c'est le cas pour tous les convois à traction mécanique tels qu'on les concevait jusqu'ici, les forces verticales

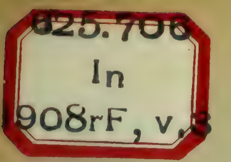
déployées par la pesanteur des roues motrices comme les forces horizontales appliquées par les roues motrices au revêtement de la route pour la propulsion du train, seront toujours assez intenses pour rendre coûteux l'entretien de la route, de sorte qu'on réaliserait de grandes économies à répartir l'effet de ces forces suivant le système Renard. En outre, aussi bien lorsqu'il s'agit d'un camion unique que de trains du genre de celui du colonel Renard, il nous faut étudier l'importante question de l'allongement du diamètre des roues motrices. Le colonel Renard a commencé par des roues de petite dimension, en quoi sans doute il a eu tort. En France, pour les usages commerciaux, on trouve partout des roues de grand diamètre, et c'est aux expériences entreprises il y a presque un siècle par le général Morin qu'il faut attribuer la sage adoption de ce système.

Pour les poids lourds à traction mécanique les constructeurs se sont déjà efforcés de réduire l'usure de la route en recourant aux roues de grand diamètre : celles qu'on rencontre généralement ont 2 m. 1/4. Malheureusement, à la fois en France et en Angleterre, les constructeurs des camions automobiles, qui ont pris récemment tant d'extension, ont perdu de vue ces principes et adopté des roues ayant 1/2 mètre, 1 mètre et 1 mètre 1/4 de diamètre ; bien que le poids des essieux ait presque toujours été aussi grand qu'il l'est dans les voitures à traction mécanique. Pour l'adoption de ces petites roues, on n'a pas allégué d'autres raisons que la faculté qu'elles donnent de charger les camions sur les côtés et par suite la diminution de la tare des camions eux-mêmes ; mais j'ai déjà démontré dans un mémoire lu à l'Association des Ingénieurs anglais de l'Automobile que l'augmentation de tare consécutive de l'augmentation du diamètre des roues est beaucoup moindre qu'on le supposait en général auparavant ; que le poids des roues, au lieu d'augmenter en proportion du carré du diamètre, n'augmente qu'en proportion de la longueur même du diamètre ; c'est-à-dire que si l'on construit des roues, de force et de rigidité égales qui offrent à la route des surfaces égales de roulage (surface dont dépend l'usure de la route), il est probable qu'en adoptant de grandes roues sans bandage caoutchouté, on peut effectuer sur les routes des transports à une vitesse de 10 km. à l'heure sans détériorer beaucoup le revêtement, de sorte qu'on évite les frais considérables qu'entraîne l'usure des pneus. De plus, avec des roues de ce genre, il n'y a pas de danger de dérapage, quel que soit l'état de la route. Enfin, de grandes roues conviennent particulièrement pour traverser des routes peu solides et les gués de ruisseaux qui n'ont pas de ponts. Elles s'imposent pour les transports militaires. Vraisemblablement, le surcroît de prix de revient et de poids seront largement compensés par la diminution de l'usure et des frais d'entretien des véhicules eux-mêmes ; en pratique, il est établi que la détérioration causée aux routes diminuera en proportion inverse de l'augmentation du diamètre des roues.

(Trad. Blaevoet.)

---

62 466 — Imprimerie Lahure, rue de Fleurus, 9, à Paris.



80 bis

Ier CONGRÈS INTERNATIONAL DE LA ROUTE
PARIS 1908

5e QUESTION

USURE ET DÉTÉRIORATION DES ROUTES

RAPPORT

PAR

M. W.-J. TAYLOR
M. I. C. E.
Surveyor du Comté de Hampshire

PARIS
IMPRIMERIE GÉNÉRALE LAHURE
9, RUE DE FLEURUS, 9

1908

USURE ET DÉTÉRIORATION
DES ROUTES

RAPPORT

PAR

M. W.-J. TAYLOR

M. I. C. E.
Surveyor du Comté de Hampshire.

La longueur des routes principales d'Angleterre et du Pays de Galles est de 27 556 milles; depuis de nombreuses années les dépenses occasionnées par l'usure et la détérioration des chaussées ont continuellement augmenté par suite des recherches faites en vue d'obtenir un type de route meilleur s'adaptant aux nouveaux modes de transport et à l'expansion générale de la circulation sous toutes ses formes.

Au siècle dernier la circulation se faisait presque exclusivement par chemin de fer et les routes furent pendant un certain temps dans une situation plus ou moins satisfaisante. Mais le développement des chemins de fer fit ressortir l'importance de notre système de routes principales comme courants d'alimentation dont les extrémités se ramifiaient dans tout le pays et constituaient un complément essentiel qui, par conséquent, ne pouvait être indéfiniment négligé. L'attention fut donc de nouveau attirée sur la route et, longtemps après, arrivèrent les cyclistes par dizaines de mille réclamant une chaussée plus unie; plus importantes encore apparurent les lourdes machines de traction au nombre d'environ 8 500 pour l'Angleterre et le Pays de Galles, soit à peu près 1 pour 3 milles 25 de routes principales nécessitant l'établissement de chaussées et de fondations beaucoup plus résistantes. Les autorités chargées de l'entretien des grandes voies firent, durant cette renaissance de la route, d'énergiques efforts en vue de résister à l'accroissement d'usure et de détérioration.

Avec la loi de 1896 sur les automobiles (Motor Act 1896), qui autorisa légalement l'usage des automobiles, les routes de ce pays subirent les premières atteintes du flot, qui depuis monte et grossit toujours, de la circulation automobile que ce Congrès a pris à tâche d'étudier et de discuter dans toutes ses phases.

Le tableau suivant montre l'accroissement du nombre des automobiles — lourds et légers — dans le Royaume-Uni pendant ces dernières années :

Années.	Automobiles.
1904	51.549
1905	74.038
1906	86.556
1907	125.520

Les indications suivantes donnent l'accroissement des dépenses annuelles sur les routes d'Angleterre et du Pays de Galles pendant ces 6 dernières années et l'estimation de la dépense pour 1909 :

Année finissant au 31 mars.	Longueur en milles.	Dépense totale en francs.	Taux par mille en francs.
1903	26.598	50.617.775	1902.50
1904	27.225	59.154.075	2172.50
1905	27.567	61.668.850	2197.50
1906	27.380	61.962.025	2167.50
1907	27.556	63.228.425	2295. »
1908			
1909 (estimation)			

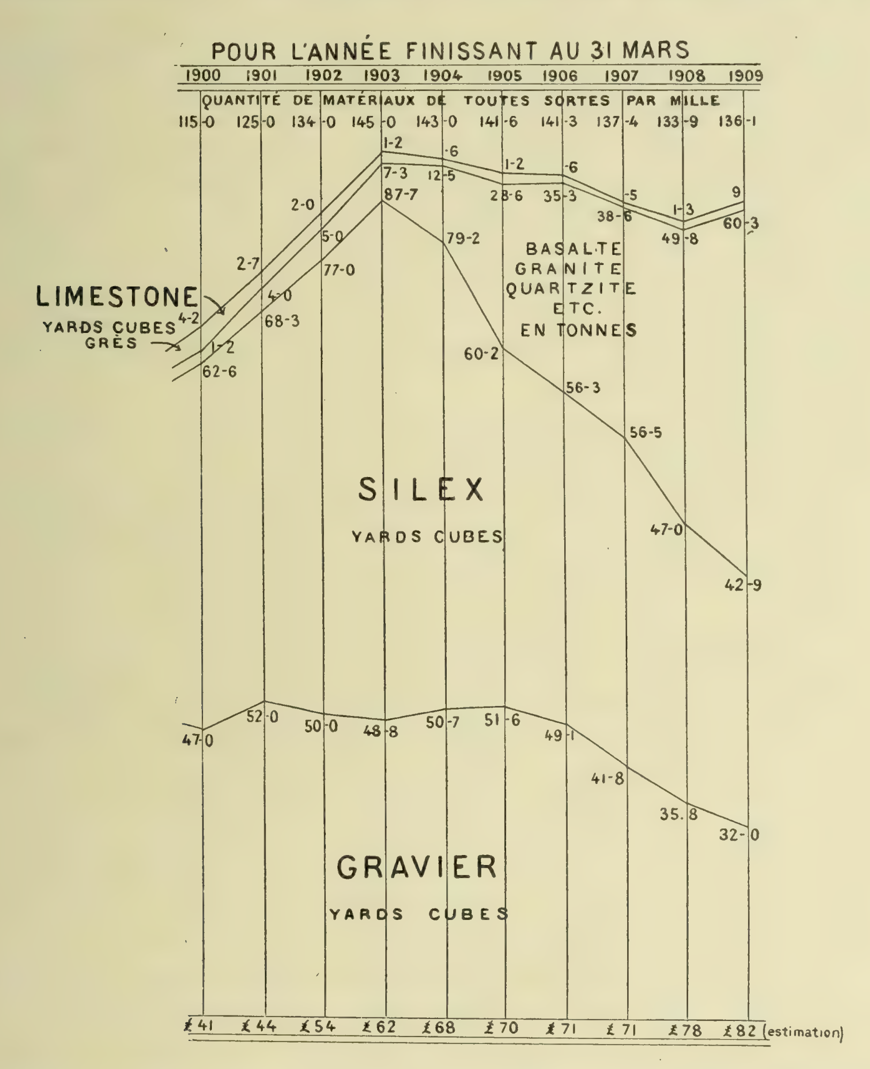
Dans beaucoup de cas, il ne fut pas remédié à l'usure et à la détérioration excessives causées par le développement rapide de la circulation automobile, et sans doute la dépense croîtra plus encore dans les années prochaines, indépendamment de l'augmentation du nombre des voitures

Le nombre total des voitures enregistrées dans le Royaume-Uni est, exception faite des États-Unis d'Amérique, plus grand que dans aucun autre pays, ainsi que le montre le tableau suivant (emprunté à Lord Montagu) :

Amérique	150.000
Royaume-Uni	125.520
France	32.550
Allemagne	22.000
Dans 9 autres pays qui ont moins de 10.000 autos	36.500
Total	346.550

L'usure et la détérioration causées par la circulation des automobiles sont naturellement plus grandes dans les comtés les plus proches de Londres et diminuent rapidement à mesure que s'accroît la distance qui les sépare de ce centre de mouvement et d'activité. Mais les ingénieurs

anglais, qui ont la charge de l'entretien de cette partie du pays dont la métropole est le centre, ont un double fardeau à supporter; non seulement la circulation atteint là son maximum d'intensité, mais elle se produit dans une contrée où n'existe aucun approvisionnement de bons matériaux que l'on doit importer, ce qui cause une dépense élevée. Si on



raçait une ligne imaginaire à travers l'Angleterre, de Scarborough (N.-E.) à Weymouth (S.), nous aurions au S.-E. de cette ligne la partie de l'Angleterre dont on vient de parler, qui souffre plus qu'aucune autre partie du pays de l'usure et de la détérioration causées par l'automobilisme; sur les 125 320 automobiles du Royaume-Uni, il n'y en a pas moins de 71.243 pour cette contrée qui ne possède comme matériaux d'empierrement que du silex, du grès ou du gravier ne pouvant résister qu'à une circulation légère — tout en donnant beaucoup de boue et de poussière

— et n'ont certainement pas les qualités nécessaires de résistance à l'usure et à la détérioration que cause l'automobilisme moderne.

On voit par là l'importance, pour cette partie de l'Angleterre, du problème de l'usure et de la détérioration causées par les circulations automobiles et autres, et les autorités chargées de l'entretien de la route, obligées nécessairement d'abandonner le grès, le gravier et le silex sur toutes les routes supportant une circulation lourde, doivent faire venir les matériaux de carrières éloignées du Royaume-Uni, de France, d'Allemagne, de Norvège ou de Belgique.

L'auteur est chargé, comme ingénieur, de l'entretien de 541 milles de routes principales exclusivement rurales, dans le Hampshire, qui se trouve dans la partie de l'Angleterre dont il vient d'être question ; le diagramme montre la substitution progressive de pierres de qualités plus résistantes à des pierres moins résistantes, et on a fait figurer au bas les chiffres de dépenses sans cesse croissantes, en vue d'assurer la réparation des dommages causés par l'usure et la détérioration des routes pendant ces dix dernières années.

Ce diagramme peut, probablement, être considéré comme type pour des comtés placés dans une situation analogue.

L'effet de l'automobilisme fut de rendre plus urgente l'amélioration de la qualité des matériaux d'empierrement et de hâter la transformation dont le besoin se fit sentir dès qu'apparurent les premières machines de traction.

La dépense de substitution au silex, gravier et grès qui constituent les 4500 milles de routes principales actuellement existantes en Angleterre et dans le pays de Galles, du basalte et du granit, s'élèverait à 125 000 000 fr. environ. Ce travail ne peut donc se faire que graduellement.

A tout accroissement de circulation — mécanique ou autre — doit nécessairement correspondre une augmentation d'usure et de détérioration des chaussées, ainsi que des dommages qui en résultent pour le revêtement et la solidité de la fondation ou sous-sol ; mais il semble que ces dommages ne soient pas en proportion avec le nombre des voyages ni avec le poids additionnel que supportent les routes.

Une des causes principales de ce dommage supplémentaire peut être attribuée à la forme défectueuse des roues, le dommage étant plus considérable encore dans les cas où la roue est motrice. Il est difficile, sinon impossible, d'établir une route empierrée dont la surface soit parfaitement unie ; les défauts peuvent n'être qu'à peine perceptibles, mais, si petit que soit l'obstacle à la continuité du contact, l'effet des petites roues est de développer et d'étendre rapidement ces défauts.

Lorsqu'une roue de grand diamètre passe sur une inégalité de la chaussée, il se produit un choc moindre que dans le cas d'une petite roue, d'où bénéfice pour la route. Des routes placées sous le contrôle de l'auteur souffrent énormément du passage des roues de petit diamètre,

particulièrement des roues des voitures lourdes de commerce qui s'enfoncent dans les routes plus faibles et plissent la chaussée sous l'effort de marche; les mouvements d'ondulation que subit le revêtement désagrègent et écrasent les pierres soumises à un grand mouvement de frottement et de déplacement.

Pour ce qui est des voitures légères rapides, les surfaces défectueuses de roulement des roues métalliques sur des chaussées ordinaires, surtout pour les grandes vitesses, ont fait créer les bandages caoutchoutés et, tandis que sur les routes bien empierrées en granit ou en basalte, agglomérées avec un minimum de particules fines, l'action d'aspiration n'est pas aussi visible quand la circulation est bien répartie, le contraire se produit sur les routes en silex et en gravier. Sous les influences combinées de la vitesse et du poids, les particules fines de ces routes-ci sont balayées, le revêtement se désagrège, l'empierrement se desserre et est écrasé d'où il résulte une forte grande perte.

Cependant les bandages armés ou à clous d'acier se sont révélés des instruments puissants de destruction des routes et l'usure et la détérioration causées par cette forme de roues se sont étendues. La pression et les chocs se concentrent aux points où les têtes de clous sont en contact avec la route et l'empierrement est détruit par l'effort de roulement. Les autos marchant en grande vitesse bondissent continuellement, et non seulement la chaussée est détruite par les têtes de clous qui frappent ainsi la route, mais il se produit par suite de glissement comme un plissement de la chaussée. Quand les roues directrices quittent le sol, elles se mettent à tourner avec une vitesse extrêmement rapide et, quand elles se posent à nouveau sur le sol, cette vitesse excessive est arrêtée et réduite à la vitesse de la voiture par la chaussée dont une partie est arrachée par une force dirigée tangentiellement à la roue qui agit à la façon d'une lime circulaire; des centaines de milles de nos routes, construites en toutes sortes de matériaux, portent les traces de ces dépressions ou plissements produits sur les chaussées, défauts qu'il est si difficile et si coûteux de réparer d'une façon satisfaisante ainsi que le sont toutes les réparations faites en détails, comparativement à la dépense qu'occasionne le rechargement général d'une chaussée usée partout également.

Tous ces effets des autos, soit de commerce, soit d'un type plus léger, sont déplorablement augmentés et rendus plus intenses dans les cas où les automobilistes utilisent toutes sortes de circulation et n'empruntent que le centre de la route. Il n'a pas encore été découvert de matériaux pouvant résister à l'usure et à la détérioration excessives causées par les roues de petit diamètre, les grandes vitesses et les chapes armées dans le cas où la circulation se produit sur une piste unique.

La question, au point de vue financier, de la réparation de l'usure et de la détérioration des routes est une de celles qui retiennent le plus l'attention des autorités chargées de l'entretien des routes et des ingé-

nieurs de ce pays. Tout le monde est absolument d'accord sur ce point : qu'aussitôt que des ressources pourront être obtenues nous devrons supprimer des routes, supportant la plus lourde circulation, les matériaux tels que le silex, le grès, le gravier pour les remplacer par les matériaux les plus rudes et les plus durs qu'on puisse se procurer et les placer sur fondation parfaitement résistante : nous estimons qu'une grande partie des effets de la circulation automobile seraient ainsi annihilés.

Il est très difficile d'obtenir que la circulation se fasse sur la chaussée entière partout où cela ne se produit pas naturellement par un passage continuel. Les côtés de la route sont sans aucun doute moins commodes pour le conducteur qui se trouve ainsi plus près des points dangereux, ce qui lui donne moins de temps pour les éviter, par exemple aux croisements qu'un obstacle dissimule, mais il sera difficile d'obtenir aucun progrès si les automobilistes ne se plient à cette obligation.

J'ai plus spécialement examiné cette question d'usure et de détérioration des routes sur la longueur importante des grand'routes joignant les cités et les villes, le problème étant moins difficile dans ce dernier cas où certains points sont suffisamment pavés ; la circulation y est active et par conséquent l'usure est bien répartie et de plus la vitesse est très réduite.

Pour obtenir la surface de roulement la plus économique, la science de l'ingénieur routier et celle du constructeur d'automobiles sont absolument nécessaires et si, comme c'est sans doute le cas, l'ingénieur a à effectuer de nombreuses et importantes améliorations à la construction des routes, l'autre partie n'a peut-être pas répondu complètement à ses efforts; or sa coopération est indispensable pour obtenir un état de choses plus parfait.

Il a été dépensé dans ce pays des millions en vue d'obtenir une surface de roulement plus économique et il est vain et illogique de supposer que les autorités chargées de l'entretien de la route puissent en supporter tout le fardeau et de s'attendre à ce qu'elles le fassent; en admettant que cela soit désirable, la circulation automobile doit en prendre sa part.

Il est indubitable que de grands progrès ont été réalisés dans la construction de la roue au point de vue de sa stabilité, son pouvoir de résistance aux efforts et aux chocs latéraux et dans la réduction des frictions de l'axe, mais on ne s'est pas soucié suffisamment de l'usure et de la détérioration de la route, la roue des automobiles est véritablement l'organe le plus destructeur des routes que nous ayons vu jusqu'ici.

Il est remarquable que l'automobile moderne si bien comprise et autrement si scientifiquement établie soit aussi manifestement inférieure sur ce point. Dans l'esprit du constructeur, la solidité de la route paraît avoir été complètement subordonnée aux avantages de la machine seule : tels que vitesse, aspect, force... ; il est autrement difficile d'expliquer l'idée rétrograde à laquelle nous devons la roue armée de petit diamètre.

On a ignoré les leçons de Morin et autres qui depuis longtemps ont montré le bénéfice qu'on réalise par l'emploi des roues de grand diamètre

qui offrent une résistance moindre à la traction, et le résultat est qu'une très importante perte d'argent est infligée aux contribuables, et qu'on retarde grandement l'amélioration des routes.

Quelques constructeurs paraissent croire qu'en donnant à la roue une largeur plus grande ils compensent ainsi la petitesse du diamètre, mais il n'en est rien, la partie utile des plus larges bandages cylindriques est très réduite si on réfléchit que le roulage se produit sur des routes bombées où seuls les bords intérieurs du bandage s'appuient sur la chaussée et cela à la condition antiscientifique que la route soit faite pour y céder; il est de peu d'utilité de changer le mode de bombement, la circulation ne se produisant qu'au centre.

Les mauvais effets de la circulation automobile sont naturellement beaucoup plus grands sur les routes peu résistantes que sur les routes solides ; mais c'est de celles-là qu'aura à s'occuper le Congrès, ces routes étant incapables de résister à l'usure et à la détérioration causées par les automobiles.

Est-il impossible pour les ingénieurs constructeurs d'automobiles de faire plus que d'augmenter le diamètre des roues et de réaliser une économie sur les dépenses d'usure et de détérioration des routes et de la voiture elle-même, en appliquant un moyen de contact avec la route, meilleur que celui fourni par la roue des machines de traction ou des automobiles qui est cylindrique et inflexible? Une roue de cette espèce n'est bonne que dans le cas de roulage sur une surface unie et en ligne droite, conditions qui ne peuvent être satisfaites sur des routes ordinaires.

L'auteur a récemment examiné un modèle de tracteur lourd à vapeur qui ne possède pas de roue.

Un tambour tournant autour d'un axe porte des pieds ronds et plats en caoutchouc qui viennent successivement reposer sur le sol, ces pieds ont des chevilles à billes qui sont surmontées de petites roues ; la machine s'appuie sur une petite portion de rail courant sur ces roues. Deux pieds au moins de chaque rangée s'appuient toujours sur le sol, supportant le poids ; grâce aux chevilles à billes ils s'adaptent à tout bombement de la route, ou à toute dépression ou inclinaison, il ne peut y avoir aucun frottement ni soulèvement en avant du revêtement. Dans les coudes — où la roue ordinaire se comporte si mal — ces pieds restent à plat sur le sol, ils ne tournent ni ne frottent, le mouvement de rotation se produisant dans les billes ou les chevilles qui peuvent aussi s'incliner latéralement sur les pieds sans gratter le sol avec ces derniers.

S'il était possible de construire une telle machine au point de vue mécanique et financier et qu'on puisse modifier d'une façon satisfaisante les roues des automobiles ordinaires, quelle énorme économie ne réaliserait-on pas pour la réparation et l'entretien des routes, et quel bénéfice pour ceux qui utilisent les routes au point de vue confort et commodité!...

(Trad. Cozic.)

62580. — PARIS, IMPRIMERIE LAHURE
9, rue de Fleurus, 9

I[ER] CONGRÈS INTERNATIONAL DE LA ROUTE
PARIS 1908

5e QUESTION

ACTION
SUR LA FONDATION DES ROUTES
DE LA CIRCULATION DES MACHINES DE TRACTION ET DES MOTEURS LOURDS

RAPPORT

PAR
M. R.-J. THOMAS
N. Institut des Ingénieurs Civils, Surveyor du Comté de Buckingham.

PARIS
IMPRIMERIE GÉNÉRALE LAHURE
9, RUE DE FLEURUS, 9
—
1908

ACTION
SUR LA FONDATION DES ROUTES
DE LA CIRCULATION DES MACHINES DE TRACTION ET DES MOTEURS LOURDS

RAPPORT

PAR

M. R.-J. THOMAS

M. Institut des Ingénieurs civils, Surveyor du Comté de Buckingham.

Placé dans des conditions qui lui permirent d'examiner la fondation et le sous-sol de routes de divers comtés d'Angleterre, l'auteur fut très impressionné par ce fait que, dans la plupart des cas, il constata qu'en profils le sous-sol était concave, présentant des dépressions plus marquées sous le passage habituel des roues, ce qui donnait à la fondation ou à l'empierrement la forme d'un arc renversé au lieu de celle d'un arc aplati et que non seulement il perdait toute cohésion, tout pouvoir de résistance à la pression, mais il s'était même produit un affaissement, les joints étaient largement ouverts formant un passage par où l'eau s'infiltrait aisément jusqu'au sous-sol. Depuis dix ou douze ans, ce phénomène s'est généralisé, sur les routes des campagnes d'Angleterre, il est dû au développement rapide d'une circulation d'une espèce et d'un poids nouveaux : celle des moteurs lourds et des machines de traction.

Il est avéré que très peu de routes des campagnes d'Angleterre ont des fondations en pierres posées à la main; la grande majorité est composée de couches d'épaisseur variable de petites pierres posées sur le sous-sol naturel; c'est le procédé de Mac-Adam plus que celui de Telford. Nous nous proposons donc de limiter nos observations aux fondations faites d'après le premier système.

(Quoiqu'on parle toujours de maintenir la nécessité absolue d'établir

les fondations en pierres de fortes dimensions, les lecteurs anglais apprendront avec intérêt que Telford [comme un grand nombre de constructeurs de routes ayant à compter avec les fonds publics] fut un opportuniste et ne paraît pas avoir toujours pu faire ce qu'il recommandait; en voici un exemple : il y a quelques années, l'auteur fut chargé de l'entretien d'une partie de la route de Shrewsbury et Holyhead construite par Telford. Cette route fut si mal entretenue sous l'administration des agents voyers que le Parlement autorisa le comté de Carnarvon à continuer quelque temps à percevoir le péage afin de se procurer des ressources pour réparer la route. Or, quand nous eûmes à effectuer ces réparations, quelle ne fut pas notre surprise de constater que sur une grande longueur la route n'avait pas de fondation en pierres posées à la main!)

D'après les notes prises relativement à l'épaisseur de l'empierrement sur des routes principales examinées dans divers comtés, cette épaisseur, — empierrement seul ou empierrement et fondation en pierres posées à la main, — sur les routes principales des campagnes d'Angleterre, n'excède pas 8 ou 9 pouces (0 m. 2032 à 0 m. 2286). Dans beaucoup de comtés, les routes principales n'ont généralement pas plus de 6 pouces (0 m. 1524) d'épaisseur (sans fondation solide) et dans quelques cas très rares l'empierrement présente une épaisseur de plus de 12 pouces (0 m. 3048).

Le sous-sol étant, ainsi que nous l'avons dit, le plus généralement concave, il s'ensuit que, s'il est composé d'argile, de calcaire argileux, de calcaire ou autres matières contenant de l'eau, il est de la plus haute importance d'empêcher l'infiltration de l'eau de la chaussée, car, si le poids concentré de la circulation est tel qu'il se produise une fracture de l'empierrement, l'eau trouve rapidement par les crevasses un accès facile au sous-sol, elle reste emprisonnée dans l'espèce de cuve ainsi formée, détrempant le sol et causant un amoindrissement sérieux de ses qualités de résistance à la pression. Si les poids exceptionnels qui passent sur les routes n'avaient transformé le profil de ces routes de convexe en concave et défoncé le sol sous le passage des roues, il est évident que l'eau qui y aurait trouvé accès se serait écoulée par les côtés sans causer de grands dommages.

Il résulte de l'examen de plusieurs profils de routes soumises à la circulation des machines de traction que le véritable déplacement ou fracture sous le passage des roues affecte généralement la forme d'un prisme dont la base s'étend graduellement dans les sens transversal et longitudinal.

Si on considère que l'empierrement d'une route est composé de plusieurs couches de pierres d'égales dimensions, il est évident que ces pierres doivent se recouvrir en partie les unes les autres « à joints rompus », comme il est dit pour la construction. Si donc une pierre de la surface supérieure doit supporter un poids donné, il s'ensuit que, en tenant compte des appuis latéraux et de la légère cohésion, ce poids est distribué verticalement entre quatre pierres de la 2e couche, et ainsi de

suite. Quand cela se produit, on voit que la pression verticale *totale* supportée par la chaussée est ressentie dans les couches inférieures sur des surfaces de plus en plus petites et tendant vers un point, la ligne de cette pression *maximum* représenterait une pyramide renversée dont les côtés seraient inclinés de 40 à 50° par rapport à l'horizon.

On peut faire approximativement la vérification de ce fait en observant la pression sur des couches horizontales de balles ou autres objets ronds, placées les unes au-dessus des autres et en déterminant mathématiquement la distribution verticale d'un effort appliqué à un nombre déterminé de balles à la surface supérieure.

Étant donné un carré de 9 sphères formé de 3 rangées de 3 dans chaque sens sur lequel agit une pression de 9 unités, il y a une unité de pression par sphère. La pression *totale* verticale de ces neuf sphères n'est transmise qu'à 4 seulement dans la 2e couche et à une seulement dans la 3e, tandis que dans la 4e couche 3/5 d'unité seulement tombent sur chaque sphère. (L'auteur a l'intention de présenter des diagrammes d'épreuves avec des modèles de profils de routes.)

Une charrette à deux roues pèse avec sa charge environ 30 cwt (1524 kg). Si les roues ont 3 pouces de large la pression par roue sera de 5 cwt (254 kg) par pouce de largeur. Cette pression verticale maximum sur une chaussée serait réduite à un point à une profondeur de 4 pouces environ (0 m. 1016) — la pyramide renversée de 3 pouces (0 m. 0762) se terminant là — et serait rapidement réduite.

Le support longitudinal d'une roue de charrette ordinaire sur une bonne route solide est d'environ 3 pouces (0 m. 0762), de sorte que la pression de la base d'une roue s'étendra sur 9 pouces carrés (0 m², 0058059) ce qui donne 186 livres par pouce carré (84 kg. 36 par centimètre carré).

Le sous-sol d'une route ayant un revêtement de 6 pouces (0 m. 1524) d'empierrement semblerait donc échapper entièrement à la pression maximum produite par le passage d'une charrette ordinaire et supporterait moins d'un cwt (50 kg,8) par pouce carré.

Dans le cas d'une machine de traction pesant 14 tonnes (14 224 kg), la pression est d'environ 4 tonnes 1/2 (4 572 kg) par roue pouvant avoir 18 pouces (0 m. 4572) de large. Ce qui donne la même pression par pouce de largeur de bandages (5 cwt = 254 kg) sur la chaussée que pour la charrette dont il vient d'être parlé, même si la largeur totale de 18 pouces repose également sur la route, ce qui est presque impossible sur des routes aussi peu convexes que possible.

La pression verticale maximum de 5 cwt (254 kg) par pouce de largeur de bandages a, dans le cas présent, une base de 18 pouces (0 m. 4572) au lieu de 3 pouces, comme dans le cas de la charrette ordinaire; pour une telle base le sommet de la pyramide renversée porte une telle pression verticale maximum à 18 pouces (0,4572) en dessous de la chaussée; de sorte que le sous-sol d'une route ayant un revêtement de 6 pouces d'épais-

seur est affecté jusqu'à une profondeur de 12 pouces (0 m. 1524) par le poids vertical total. Il s'ensuit que le *sous-sol* d'une route recouverte d'un empierrement de 6 pouces d'épaisseur (0 m. 1524) supportera la circulation des voitures à chevaux ordinaires aussi facilement qu'il supporterait la circulation des machines de traction si l'empierrement avait 18 pouces.

Il est également important d'observer que — même quand la pression se fait sentir également sur la totalité de la largeur de 18 pouces de bandages — les roues des voitures de traction sont presque invariablement construites au moyen de barres transversales de 3/4 de pouce de large (0 m. 019) distantes de 3 pouces (0 m. 076), les unes des autres, de sorte que l'appui longitudinal sur une bonne route ne peut à aucun moment dépasser 3 pouces (0 m. 076), il est en vérité réduit à l'épaisseur d'une lame de rasoir au moment où la charge passe d'une barre à la suivante — le poids de 4 tonnes 1/2 (4572 kg) est ainsi distribué sur une surface de 18 pouces sur 3, soit 54 pouces carrés (0 m². 0348354), ce qui donne 186 livres par pouce carré (13 kg. 02 par cm²), précisément égal à ce que donne une roue de charrette de 3 pouces (0 m. 076).

Il s'ensuit que, même si les roues des voitures de traction étaient très larges, les routes n'en profiteraient aucunement jusqu'à ce qu'on rejette l'emploi de ces barres transversales saillantes, les surfaces réelles des roues plus larges s'étendraient davantage sur la route, augmentant ainsi matériellement la surface soumise à la pression et diminuant la charge par pouce carré.

On doit apporter une attention particulière à ce fait que, bien que la pression par pouce carré sur la *chaussée* pour des roues de charrettes ou de machines de traction puisse dans certaines circonstances être la même, la pression verticale maximum transmise au *sous-sol* par ces dernières pénètre 3 fois plus avant à cause de la concentration du poids sur la chaussée. Cela seul explique, en grande partie, le dommage causé aux routes par les voitures de traction, alors que ces routes seraient capables de résister à la circulation normale des voitures à chevaux très lourdes. La Haute Cour de Justice sut évidemment apprécier ce point très important en rejetant la réclamation faite au profit des roues des voitures de traction, dont le contact plus grand avec la *chaussée* ne pouvait, prétendait-on, causer de dommage à la route ni à la fondation.

Telles qu'elles sont actuellement construites, les roues des machines de traction ne peuvent porter bien également sur toute leur largeur sur la chaussée que si elles suivent les côtés et évitent le milieu de la route qui doit nécessairement être suffisamment convexe en profil pour permettre l'écoulement des pluies. Le résultat de cette incompatibilité est que, lorsqu'on utilise le centre de la route, la pression se concentre dans les 4 à 6 pouces (0 m. 1016 à 0 m. 1524) de bandage qui reposent sur la chaussée, et la pression par pouce se trouve nécessairement triplée, ce qui

fréquemment amène la démolition complète d'une route qui aurait probablement résisté à une circulation uniformément répartie.

L'auteur attache la plus haute importance à ce point, et il est certain qu'une amélioration très sensible sera obtenue par l'usage de profils en travers aussi plats que possible (tout en ne gênant pas le drainage des chaussées), maintenant presque universellement adoptés par les ingénieurs routiers, l'habileté des constructeurs adaptant les roues des voitures de traction aux routes qu'elles ont à parcourir, l'utilisation plus générale des côtés de la route par les machines de traction et l'interdiction d'utiliser les routes en mauvais état.

L'utilisation plus grande des côtés de la route occasionnerait certainement des frais considérables aux autorités chargées de leur entretien, pour la mise en état des routes dont les côtés sont dégradés; mais ces dépenses seraient largement récupérées par la diminution des dommages causés au centre de la route et par l'économie d'empierrement qui en résulterait.

L'auteur doit appeler l'attention sur une sérieuse anomalie de la loi anglaise concernant les grandes voies, c'est celle-ci : comme il n'est exigé de la part des conducteurs des machines de traction aucun permis de conduire, les propriétaires n'ont pas le contrôle absolu de leurs aides qui peuvent se rendre coupables d'actes entraînant le renvoi sans leur faire éprouver de sérieuses difficultés pour se placer à nouveau ainsi que cela se produirait s'ils avaient à présenter un permis approuvé.

Cette absence de responsabilité de la part des conducteurs n'a pu amener un usage rationnel des routes publiques utilisées sans souci des droits des autres circulations. Les conducteurs de *petites* voitures, c'est-à dire les autos pesant avec leur charge jusqu'à 12 tonnes, doivent détenir un permis qui peut être approuvé ou révoqué; cette restriction a sans aucun doute été la cause d'une marche plus raisonnable et plus prudente.

S'il est impossible à un chauffeur de conduire une *petite* voiture sans y être autorisé chaque année, il semble mauvais qu'il puisse conduire une voiture *lourde* sans autorisation ni restriction.

Dans les observations qui précèdent, on n'a pas tenu compte de l'augmentation des efforts et frottements supportés par la fondation d'une route soumise au roulage de voitures mécaniques ou à « axe vif », comparés à ceux que subit une route parcourue par des voitures passives ou à chevaux; mais il est évident qu'ils devront être beaucoup plus sérieux.

Des observations soigneusement faites pendant 5 ans sur une partie d'une route principale de 21 pieds (6 m. 40) allant d'une ville de campagne à une autre et supportant une circulation normale de campagne, y compris les machines agricoles et autres machines de traction, l'auteur a constaté que la fondation-empierrement en grès exceptionnellement bonne n'avait pas subi la moindre usure ou dépression, mais que la chaussée en granit s'était usée d'un demi-pouce (0 m. 0127) par 100 000 « colliers », en comptant 1 tonne (1016 kg) par collier et 10 colliers pour une machine

de traction; le centre d'une largeur de 7 pieds (2 m. 15) s'était usé trois fois plus que les côtés d'égale largeur (7 pieds = 2 m. 15), ce qui démontre que, sur 5 voitures passant sur la route, 3 empruntèrent le milieu et 2 les côtés.

Cette concentration de la circulation vers le centre de la route — quoique n'affectant pas la voie dont il vient d'être parlé — est indubitablement un facteur dont il faut tenir le plus grand compte dans la construction légère des routes. L'auteur a constaté personnellement qu'il se produit une dépression très graduelle mais visible du centre des routes, plus marquée sous le passage habituel des roues et due à l'affaissement du sous-sol causé par l'accroissement du poids de la circulation, la pénétration de l'eau par les fractures produites par une telle circulation et la dépression plus rapide de la construction de la route dans le sous-sol détrempé par l'eau.

Les renseignements concernant les machines de traction s'appliquent également aux « moteurs lourds » — c'est-à-dire aux machines de traction pesant moins de 5 tonnes à vide et 12 tonnes en charge — avec cette différence importante que les barres transversales saillantes sur les bandages sont interdites sur les *plus petites* voitures.

L'interdiction d'emploi des barres transversales saillantes est un progrès certain dans la question de diminution des dommages causés à la fondation des routes par l'augmentation du contact longitudinal réel des roues et de la route. Reste encore cependant la concentration du poids sur la partie intérieure du bandage parcourant le centre de la route, et comme ces moteurs lourds marchent à des vitesses très supérieures à la vitesse légale de 5 milles (8 km) à l'heure, ils abîment la route très sérieusement. Il a été établi, à l'usage des moteurs lourds, la notice des poids autorisés pour les roues de diamètre et de largeur variables, dont le but est de réduire le dommage causé aux routes, mais généralement les constructeurs s'en tiennent à des roues de petit diamètre, car, de nombreux moteurs lourds enregistrés par nous dans le comté de Buckingham, il n'en est qu'un dont les roues aient plus de 4 pieds de diamètre (1 m. 217), la majorité ayant 3 pieds 6 pouces (1 m. 066), soit beaucoup plus petites que les roues de charrettes ordinaires. Les moteurs lourds devraient, sans aucun doute, payer une licence annuelle comme les machines de traction et les conducteurs de ces dernières devraient, ainsi qu'on l'a déjà dit, posséder un permis.

On ne peut attacher trop d'importance à l'affaissement du profil, ce qui est le caractère prédominant des routes des campagnes d'Angleterre d'aujourd'hui, sujet traité dans les pages précédentes. L'auteur est convaincu qu'il est de toute nécessité de donner au sol sur lequel repose la route un profil bien arrondi, de le mettre parfaitement à l'abri des eaux qui pourraient se trouver dans le sous-sol et d'empêcher à presque n'importe quel prix l'infiltration des pluies et de l'eau qui pourrait se trouver sur la

chaussée. La construction des routes fréquentées par les machines de traction devra être faite très solidement et présentera une épaisseur telle que les fractures et les fissures jusqu'au sous-sol deviennent presque impossibles; et plus la construction d'une route sera faite solidement et rendue imperméable, moins il y aura de chance de détérioration du sous-sol, point le plus délicat dans la construction des routes.

Afin d'établir les routes d'Angleterre suffisamment fortes pour résister à la circulation lourde, il sera nécessaire, soit : 1° d'enlever le revêtement, de creuser le sous-sol partout où il sera nécessaire pour rétablir un profil convenable, corriger tous les défauts pouvant se produire par défaut de drainage, remanier et cylindrer le vieil empierrement en ajoutant assez de pierres neuves pour obtenir une épaisseur supérieure au minimum nécessaire pour résister à la circulation sans fracture ni altération, compléter par un revêtement en goudron chaud ou toute autre matière similaire pour boucher les interstices et former une surface imperméable; soit : 2° de déblayer comme ci-dessus et après avoir obtenu un profil satisfaisant et un bon drainage, établir une fondation de grosses pierres ou autres matières dures, soigneusement posées à la main et assujetties, on complète par un cylindrage à vapeur et un goudronnage; soit : 3° lorsque les bords de la chaussée sont trop hauts, déblayer suffisamment pour obtenir le profil désiré, répandre sur toute la route une épaisseur suffisante de bon empierrement, cylindrer et goudronner; soit : 4° après l'établissement du profil de la vieille chaussée, cylindrer convenablement l'empierrement goudronné pour le protéger de l'usure.

Dans la première méthode, le criblage des pierres de la vieille chaussée pour les débarrasser des impuretés produit un travail supplémentaire considérable; on risque aussi de tomber sur un mélange de pierres de qualités très différentes, mais on obtient ainsi l'amélioration incontestable du profil du sous-sol et du drainage, points de la plus haute importance. Il faudrait sur les routes d'Angleterre une quantité considérable de pierres pour établir un revêtement capable de résister sans fracture à la circulation des moteurs lourds. La seconde méthode apporterait certainement le plus grand progrès, mais la dépense qu'elle entraînerait empêcherait de l'appliquer à une importante longueur de route sans l'aide financière du gouvernement.

La troisième méthode, tout en étant meilleur marché, présenterait le défaut de laisser subsister un sous-sol concave pouvant retenir l'eau quand la chaussée serait abîmée.

Sur quelques routes où les côtés furent suffisamment détrempés par les temps humides et où il était évident que le sous-sol était là à une altitude inférieure à ce qu'elle était au centre, l'auteur améliora considérablement les profils en cylindrant fortement ces côtés par les temps humides.

La quatrième et dernière méthode présente également le défaut d'un

sous-sol peu résistant, bien que les risques d'infiltration d'eau soient réduits au minimum.

Si on disposait d'abondantes ressources, les méthodes n°s 2 et 4 donneraient sans aucun doute la route la plus satisfaisante et en définitive la plus économique pour la circulation lourde. Cependant, c'est, en Angleterre, et peut-être ailleurs, une question exclusive de ressources : le développement de la circulation automobile s'est effectué avec une rapidité si extraordinaire que les autorités chargées de l'entretien des routes ont été obligées d'employer les ressources locales autant que possible aux réparations absolument nécessaires et que, même en agissant ainsi, leurs dépenses ont augmenté de 20 pour 100 dans ces 7 ou 8 dernières années; malgré cela on est arrivé à ce résultat, que les routes sont dans un état bien moins satisfaisant qu'avant ce grand développement, car, pendant tout ce temps, il n'a été possible que d'effectuer une reconstruction véritable peu étendue.

Dans ces conditions, il est difficile de voir qu'avec les ressources limitées, dont elles disposent, les autorités responsables puissent faire autre chose si l'impôt n'est pas encore augmenté afin qu'on puisse accroître l'épaisseur de l'empierrement sur les routes parcourues par les machines de traction et les moteurs lourds.

Il est incontestable que des ressources suffisantes sont immédiatement indispensables et seul le trésor public peut les procurer.

(Trad. Cozic.)

62548. — Imprimerie Lahure, rue de Fleurus, 9, à Paris.

82

IER CONGRÈS INTERNATIONAL DE LA ROUTE
PARIS 1908

6e QUESTION

EFFET DES CHAUSSÉES SUR LES VÉHICULES

DÉTÉRIORATION DES ORGANES, DÉRAPAGE, ETC.

RAPPORT

PAR

M. DARRACQ
Président de la Chambre syndicale du Cycle et de l'Automobile à Paris.

PARIS
IMPRIMERIE GÉNÉRALE LAHURE
9, RUE DE FLEURUS, 9
—
1908

EFFET
DES
CHAUSSÉES SUR LES VÉHICULES
DÉTÉRIORATION DES ORGANES, DÉRAPAGE, ETC.

RAPPORT

PAR

M. DARRACQ

Président de la Chambre syndicale du Cycle et de l'Automobile à Paris.

En dehors des usures normales dues au travail mécanique des organes moteurs et de transmission de mouvement des voitures automobiles, il existe une série d'usures anormales qui sont dues presque exclusivement à l'état des routes sur lesquelles roulent les voitures.

Les effets des routes sur les véhicules sont variables et dépendent, d'une part, de la nature de la route et de son entretien ; d'autre part, de la vitesse de la voiture et de sa conduite.

De plus, les différents organes de la voiture ne supportent pas les mêmes fatigues, et par suite leurs détériorations sont variables.

Nous allons passer en revue les différentes parties de la voiture, et montrer les effets que peuvent avoir les routes sur ces organes.

Chaque voiture peut se décomposer en 4 parties bien distinctes :

1° Les trains de roues comprenant : les roues, les essieux, les ressorts de suspension ;

2° Le châssis avec ses supports et accessoires ;

3° La partie motrice composée principalement du moteur, du débrayage et du changement de vitesse ;

4° La carrosserie.

I. — EFFETS DES ROUTES SUR LES TRAINS DE ROUTE

Les premiers organes qui subissent les effets de la route sont les pneumatiques ; leur usure extérieure provient du contact de l'enveloppe avec la route et de tout ce qui constitue ses éléments destructeurs. Cette usure extérieure est complètement distincte et indépendante de l'usure intérieure,

laquelle n'est due exclusivement qu'au travail mécanique des toiles de la carcasse.

Du fait de son contact répété avec le sol, le sommet de l'enveloppe s'use graduellement sous l'action du frottement. S'il s'agit d'une enveloppe lisse, ce qui est souvent le cas des enveloppes des roues avant, l'usure se traduit par des stries longitudinales sur la bande de roulement, et l'épaisseur de la gomme diminue insensiblement. S'il s'agit d'une enveloppe à semelle — qui est le cas des roues arrière — l'usure se manifeste par l'amincissement des têtes de rivets.

Il est intéressant également de citer la différence d'usure entre les pneumatiques avant et ceux arrière. A l'arrière, l'usure est forcément plus rapide, puisque les roues sont non seulement porteuses comme les roues avant, mais qu'elles sont, en outre, motrices et, par suite, elles subissent un frottement de glissement, conséquence de l'effort d'entraînement de la voiture.

La nature du sol joue un rôle très important dans l'usure de la bande de roulement : sur un terrain friable, où le gravier abonde, l'enveloppe lisse s'use beaucoup plus rapidement que l'enveloppe à semelle. Le contraire se produit s'il s'agit d'un sol très dur, le pavé des grandes villes, par exemple. Sur les routes poudreuses, les rivets des enveloppes conservent souvent toute leur épaisseur jusqu'à usure complète des toiles de la carcasse.

On peut considérer que, d'une manière générale, le pneu antidérapant s'use peu sur les routes où le pneu lisse s'use vite, et réciproquement.

Les roues sur lesquelles les pneumatiques sont montées viennent, à leur tour malgré ces derniers, recevoir les effets de la route. Les roues sont généralement constituées par des moyeux métalliques montés sur les fusées des essieux, soit à frottement lisse avec bague en bronze dans le moyeu tournant sur une fusée trempée ; soit à roulements à billes, afin de diminuer les résistances dues au frottement. Ces moyeux servent d'attache à une des extrémités d'une série de rayons en bois, dont l'autre extrémité est fixée à une jante en bois recouverte par la jante métallique sur laquelle vient se monter le pneumatique.

Lorsque la route est unie, on peut considérer que, quelle que soit la vitesse de la voiture, aucune détérioration anormale ne se produit.

Si la route, au contraire, est en mauvais état d'entretien, quelle que soit sa nature, si elle présente des trous et des aspérités, le passage d'une voiture, sur une telle route, occasionne des chocs répétés d'autant plus forts que la vitesse de la voiture est grande. Ces chocs se répercutent, malgré les pneumatiques, sur les roues, en tendant à disloquer les rais, soit dans leur liaison avec le moyeu, soit dans leur assemblage avec la jante en bois. D'un autre côté, ces chocs se font sentir sur les moyeux des roues et, par suite, sur les essieux, en produisant des ovalisations sur les bagues en bronze des moyeux, ou en tendant à déformer les billes des roulements ou à les casser, suivant leur degré de dureté, et en faisant tra-

vailler d'une façon anormale le métal des fusées des essieux qui, par ces chocs répétés, transforme ses molécules, les cristallise, et fait d'un métal possédant un degré de résistance et d'élasticité bien déterminées, un métal complètement modifié, d'une résistance tellement diminuée que la limite d'élasticité est dépassée par le travail produit pendant les chocs, ce qui amène à bref délai une rupture dont les conséquences peuvent être très graves.

Les ressorts de suspension forment, avec les pneumatiques, les deux organes appelés à atténuer les effets des routes sur les voitures. Si les pneumatiques ont une action sur l'ensemble de la voiture, les ressorts de suspension, intercalés entre les essieux montés et le châssis, n'ont d'action efficace que sur ce dernier, sur lequel sont montés les différents organes de propulsion de la voiture et la carrosserie. Ces ressorts, venant adoucir les chocs produits par les trous et bosses de la route sur le châssis et sa carrosserie, doivent avoir une élasticité en rapport, d'une part, avec le poids suspendu lorsque la voiture est chargée, d'autre part avec la vitesse de la voiture. Il est évident que dans l'établissement de ces ressorts, il est tenu compte, pour une large part, des effets néfastes que peuvent produire sur eux les chocs répétés dus au mauvais état de la route, ou à la route elle-même lorsque cette dernière est pavée. Mais il arrive fréquemment, et malgré toute l'attention que les constructeurs portent sur cette partie délicate de la voiture, que la limite d'élasticité du métal des ressorts est dépassée, et qu'une ou plusieurs lames viennent à se rompre, par suite du travail intensif et exagéré auquel elles sont soumises lorsque la voiture roule sur des routes en mauvais état d'entretien, ou sur des routes de construction ancienne, formées de gros pavés, inégaux et mal placés, comme il en existe en France dans certaines régions des environs de Paris et dans les routes du Nord.

A côté des détériorations anormales, indiquées plus haut, sur les roues, essieux, ressorts, — détériorations qui sont souvent brutales et instantanées — il est intéressant d'en signaler d'autres qui sont dues, non-seulement au mauvais état de la route, mais aux éléments soulevés ou projetés par l'effet de la marche de la voiture ; nous voulons parler de la boue et de la poussière.

Les effets de la boue et de la poussière sur les trains de roues se font sentir principalement aux roulements des moyeux des roues sur les fusées, aux différentes articulations des organes de direction, et aux axes d'attache des ressorts de suspension.

Dans les moyeux des roues, malgré les grandes précautions prises par les constructeurs, l'introduction de la boue et des poussières, dans ces moyeux, active l'usure des roulements ou frottements, et contribue au moins pour 50 pour 100 dans cette usure.

Il en est de même des articulations des organes de direction. Dans ces derniers, l'état de la route a une influence très importante dans l'usure

des axes d'articulation; en effet, sur une route pavée ou macadamisée, en mauvais état, les roues directrices, à cause des ressorts amortisseurs intercalés dans les tiges de commande, et parfois du jeu dans les articulations, font un mouvement transversal alternatif qui produit une usure anormale des pneumatiques, à cause de la résultante du frottement sur le sol, produite par le roulement qui s'opère dans le plan de la roue et le mouvement transversal alternatif, dans le plan perpendiculaire à la roue; ce mouvement transversal produit une série de chocs répétés qui se répercutent sur les axes d'articulation, amenant une usure qui croît dans des proportions extraordinaires, et arrive à réduire leur section dans un temps de marche très court de la voiture.

Pour les axes d'articulation des ressorts de suspension, l'introduction des poussières produit, avec l'effet des chocs dus au mauvais état des routes, des usures très rapides, et des constatations que nous avons faites sur un grand nombre de véhicules, il résulte que, pour un service relativement réduit, la section des axes d'articulation des ressorts était diminuée de près de moitié, et leur forme passait de la section cylindrique à la section en olive.

II. — EFFETS DES ROUTES SUR LES CHASSIS

Nous venons d'examiner les effets produits par les routes sur les organes non suspendus de la voiture. Nous allons maintenant nous rendre compte des détériorations qu'ont à supporter, malgré l'interposition des pneumatiques et des ressorts de suspension, les organes suspendus.

En premier lieu, nous allons examiner le châssis et les organes qui y sont fixés directement.

Par suite des dénivellations de la route, de son mauvais état d'entretien, ou de son état normal lorsqu'elle est pavée, le châssis de la voiture subit des déformations qui, sans devenir permanentes, font travailler anormalement les pièces le composant et arrivent à produire des modifications dans leur nature, amenant promptement des ruptures.

Au début de l'automobilisme, les châssis étaient construits en bois armé, ou en tubes reliés entre eux par des raccords. Ce genre de construction convenait très bien lorsque la vitesse des voitures n'était pas très grande.

Depuis plusieurs années, ces deux genres de construction tendent à disparaître, et ont été remplacés avantageusement par les châssis en tôle emboutie qui, tout en offrant une plus grande résistance et un poids très réduit, permettent d'affronter, à une plus grande vitesse, les routes même les plus défoncées. Cette qualité des châssis en tôle emboutie est due à la grande élasticité du métal employé dans leur construction. Il arrive parfois cependant que l'on constate dans ces châssis des ruptures qui sont dues exclusivement aux chocs occasionnés par les routes défoncées. Ces

ruptures se produisent généralement sur les longerons qui sont les pièces les plus grandes du châssis et qui, malgré leur grande rigidité et la flexion des ressorts, subissent des déformations produites par les trous et bosses de la route.

Les autres organes de la voiture fixés au châssis, tels que : tablier, graisseurs, leviers de manœuvre, direction, ne subissent que d'une façon très minime les effets de la route. Cependant la direction, dont nous faisons entrer une certaine partie des organes dans l'essieu avant de la voiture, reçoit, par suite de son travail et des observations que nous émettons, dans les effets produits sur les organes fixés à l'essieu avant, des chocs répétés dont l'action se fait ressentir par les parties transmettant l'orientation des roues. Ces parties, différentes suivant les types de voitures, sont, ou une vis sans fin commandant un secteur, ou une vis à filet et son écrou, ou un jeu d'engrenages.

Ces chocs répétés, d'autant plus forts que la route est en mauvais état d'entretien, n'arrivent jamais à produire la rupture de ces organes, mais à occasionner un mattage et une usure qui se traduisent par un jeu très sensible au volant de la direction, et une mise hors d'usage rapide de ces organes.

Dans certaines voitures on a paré, en partie, au remplacement fréquent de ces pièces, en étudiant des dispositifs à rattrapage de jeu, permettant ainsi d'utiliser les organes pendant un temps beaucoup plus long.

III. — EFFETS DES ROUTES SUR LA PARTIE MOTRICE

La partie motrice d'une voiture — si nous envisageons le cas presque général de voitures mues par un moteur à explosions — est composée du moteur, d'un changement de vitesse, et d'une transmission du mouvement aux roues motrices. Cette transmission se fait généralement de deux façons très distinctes : soit par chaînes, soit par joints à la cardan.

Ces différents organes sont fixés directement aux châssis.

Les effets produits par la route sur les parties motrices de la voiture sont de deux natures : l'une due aux dénivellations et au mauvais entretien des routes; l'autre, aux pénétrations des boues et poussières dans les parties en mouvement.

Dans le premier cas, les dénivellations de la route ont, comme nous l'avons dit d'autre part, une action sur les châssis, en produisant des déformations de ces châssis. Ces déformations se répercutent sur les pièces fixées au châssis, et tel moteur et tel changement de vitesse qui ont été montés très minutieusement ont leurs arbres correspondants dans un prolongement parfait. Dans une déformation du châssis, due à la route, ces arbres, réunis par un joint élastique, forment un angle qui leur permet de fonctionner, mais en donnant une perte de force.

Il en est de même de la liaison entre le changement de vitesse et la commande des roues motrices.

Dans le cas de la commande par cardan, le mouvement du moteur est transmis aux roues arrière par un arbre à un ou deux joints à la cardan. Lorsque les dénivellations de la route sont très grandes, le déplacement angulaire de l'arbre des cardans, par rapport aux points fixes, atteint de grandes amplitudes, et fait perdre une partie de l'effort moteur. De plus, malgré les jambes de force installées dans le but d'avoir un lien rigide entre les organes fixés au châssis et l'essieu moteur, les chocs produits par les grandes amplitudes d'oscillations tendent à faire rompre certains organes.

Dans le cas de commande par chaînes, ce sont les chaînes qui subissent en grande partie les chocs dus au mauvais état de la route. Ces chocs amènent souvent des ruptures de chaînes qui sont excessivement dangereuses.

Les effets produits sur les organes moteurs, par les pénétrations de boues et poussières projetées et soulevées pendant la marche de la voiture, ont été en partie supprimés par la fixation, à la partie inférieure des châssis, de tôles protectrices empêchant précisément les boues et poussières de pénétrer jusqu'aux organes moteurs. Ces tôles protectrices n'ont été installées que depuis peu de temps.

Si on se reporte au début de l'automobilisme, on remarque que les organes de transmission de mouvement (les changements de vitesse principalement) n'étaient préservés d'aucune manière ; aucun carter, aucune enveloppe, ne les mettait à l'abri des projections de boues ou de poussières ; ces projections venaient se coller, grâce à l'huile nécessaire au fonctionnement des organes, sur les engrenages ou dans les paliers, et formaient un mélange ayant l'effet de l'émeri, lequel rongeait les dents des engrenages et usait anormalement les portées.

La première amélioration a été d'enfermer ces organes dans un carter métallique. Ce carter n'étant pas suffisant pour empêcher les pénétrations des poussières une tôle protectrice a été fixée sous le châssis.

Il n'en est pas moins vrai que malgré tous ces protecteurs, la poussière pénètre quand même dans les organes, et augmente sensiblement leur usure.

Dans les voitures munies de transmissions par chaînes, la boue et la poussière produisent des usures très sensibles, et abaissent considérablement le rendement du travail produit par le moteur en absorbant une grande partie de ce travail.

Quelques constructeurs ont obvié, en partie, à cet inconvénient en installant, avec beaucoup de difficultés, des carters enveloppes de chaînes qui, malgré leur efficacité relative, sont cependant d'une certaine utilité.

IV. — EFFETS DE LA ROUTE SUR LES CARROSSERIES

Le grand problème de l'automobile est d'arriver à faire léger ; cette question de légèreté est intimement liée avec toutes les usures des organes de la voiture

Nous ne nous étendrons pas sur cette question qui sort du cadre des observations que nous avons à faire, mais nous remarquerons que le rôle de la carrosserie, dans l'ensemble d'une voiture, est très important, et que la solution d'arriver à construire une caisse de voiture confortable, légère et solide, n'est pas facile à obtenir surtout à cause de la question solidité.

Depuis longtemps les carrossiers se sont appliqués à résoudre ce problème, et nous pensons qu'aujourd'hui encore, malgré les réels progrès réalisés, il y a encore énormément à obtenir.

Les effets de la route sur la carrosserie ne sont pas étrangers à retarder la solution du problème, et il serait à désirer que les routes deviennent parfaites et soient conservées dans un état suffisant d'entretien, pour annuler les effets produits sur les organes des voitures lorsqu'elles sont défectueuses et en mauvais état.

Les principaux effets d'une route défectueuse sur une carrosserie se résument en une dislocation de toutes les parties de la carcasse de la voiture, soit que celle-ci soit ouverte, soit qu'elle soit fermée. Cette dislocation entraîne fatalement une mise hors service, à bref délai, de la carrosserie.

Le bruit désagréable produit par les châssis à glace augmente également avec le mauvais état de la route, malgré tous les soins apportés par les carrossiers sur ce point spécial sur lequel leur attention a été depuis longtemps éveillée.

DÉRAPAGE

Le dérapage des voitures automobiles a pour résultat le glissement, sur le sol, d'un véhicule, lequel n'obéit plus à la direction que veut lui donner son conducteur.

Les nombreux accidents causés par le dérapage ont fait étudier, dès le début de l'automobilisme, les moyens à employer pour les supprimer, et si cette question a été très laborieuse à résoudre les solutions actuelles donnent d'excellents résultats, étant données surtout l'augmentation de poids des voitures et leur vitesse.

Nous ne nous étendrons pas dans ce chapitre sur les considérations techniques du dérapage. Nous nous contenterons de constater les faits, d'indiquer les moyens de l'atténuer, et enfin les effets produits par le dérapage sur les voitures.

Nous avons dit plus haut que le dérapage consistait en un glissement de la voiture sur le sol. Ce glissement indique que l'adhérence de la voiture sur le sol n'est pas suffisante pour l'obliger à suivre la direction que veut lui donner le conducteur.

Si dans les locomotives le manque d'adhérence se traduit par un patinage sur place des roues motrices, parce que les roues sont guidées par les rails, il en est tout autrement pour les voitures; le patinage des roues

motrices se produit effectivement, mais, comme elles ne sont pas guidées, ce patinage est suivi du dérapage que nous avons tous constaté, et qui cause les accidents les plus fréquents et les plus nombreux de l'automobilisme.

Pour empêcher le dérapage, il faut donc augmenter l'adhérence de la voiture sur le sol. De nombreuses solutions ont été adoptées : l'interposition de chaînes entre les pneumatiques des roues et le sol ; la création de chemins de roulement complètement métalliques sur les roues ; l'adaptation, sur le pneumatique, d'un chemin de roulement fixe ou amovible composé de rivets en acier montés sur une semelle en cuir, etc.

Les voitures étant pour la plupart munies d'antidérapants, nous allons examiner les effets du dérapage sur ces voitures.

Sur route droite, quelle que soit sa nature, on peut dire qu'à quelques rares exceptions près — exceptions souvent dues à une manœuvre malheureuse du conducteur, les effets du dérapage sont pour ainsi dire nuls, et ne causent aucun accident aux véhicules.

Il n'en est pas de même dans les virages, où malgré les antidérapants et la forme relevée de la route à l'extérieur de la courbe — lorsque la vitesse de la voiture est suffisamment grande pour vaincre l'adhérence au sol — le dérapage se produit, faisant travailler anormalement les pneumatiques, et, si la force centrifuge est trop grande, les roues de la voiture viennent buter le trottoir, faisant ainsi un choc considérable qui se traduit par la rupture des roues et souvent par le panache de la voiture.

Il résulte de ces graves accidents que les conducteurs — malgré toutes les précautions prises contre le dérapage — doivent aborder les virages avec une grande prudence, et réduire la vitesse de la voiture dans des proportions telles, que la force centrifuge produite par cette vitesse et le virage soit inférieure à l'adhérence de la voiture sur le sol.

RÉSUMÉ

Les effets produits par la route activent, dans une proportion assez importante, la détérioration des organes de la voiture, et nous pensons que les services intéressés des Ponts et Chaussées, avec le concours du Gouvernement qui s'intéresse au plus haut point à l'avenir des routes, arriveront à créer et entretenir des routes de façon à réduire au minimum les effets nuisibles que leur action peut avoir sur les véhicules automobiles.

Paris, Mai 1908.

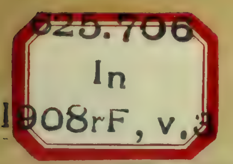
62066. — Imprimerie Lahure, rue de Fleurus, 9, à Paris.

SCHLUSSSÄTZE

Die Strasse wirkt in ziemlich bedeutendem Masstabe beschleunigend auf die Beschädigung der Wagenorgane ein und wir sind der Ansicht, dass die zuständigen Brücken- und Wegeämter mit Hilfe der Regierung, welche der Zukunft der Strassen das höchste Interesse entgegenbringt, dahin gelangen werden, die Strassen so zu bauen und zu unterhalten, dass ihre auf die Kraftfahrzeuge eventuell beeinträchtigende Wirkung auf ein Minimum herabgedrückt wäre.

(Übersetz. BLAEVOET.)

Darracq.



1ER CONGRÈS INTERNATIONAL DE LA ROUTE
PARIS 1908

6e QUESTION

LA RÉSISTANCE AU ROULEMENT

INFLUENCE DE LA ROUTE

RAPPORT

PAR

M. E. GIRARDAULT

PARIS
IMPRIMERIE GÉNÉRALE LAHURE
9, RUE DE FLEURUS, 9

1908

LA RÉSISTANCE AU ROULEMENT
INFLUENCE DE LA ROUTE

RAPPORT

PAR

M. E. GIRARDAULT

Plaçons un rouleau sur une surface plane et horizontale mais plus ou moins bien dressée ; ébranlons ce rouleau ; pour que le mouvement soit continué à la même vitesse il faut exercer sur le rouleau une force constante qu'on appelle résistance au roulement. On désigne généralement par f le rapport de cette force au poids du rouleau : f est le symbole de notre ignorance. D'où vient cette résistance au roulement ? Quelles sont ses causes ? Quelles sont ses lois ?

Dans son « Traité des machines simples, en ayant égard au frottement de leurs parties et à la roideur des cordages[1] », l'illustre physicien Coulomb rend compte d'expériences sur le roulement. Ces expériences étaient « faites avec des rouleaux en bois de gaïac, de deux pouces et de six pouces de diamètre, lesquels étaient mis en mouvement à l'aide de poids, sur deux solives horizontales en bois de chêne ». Coulomb formule ses conclusions dans la phrase suivante :

« Le frottement des cylindres qui roulent sur des plans horizontaux est en raison directe des pressions et inverse du diamètre des rouleaux. »

On a déduit de cette affirmation des théories du roulement qui ont amené de longues discussions, car les savants ne se sont guère entendus sur le sens et la portée des expériences de Coulomb. Nous ne rappellerons point les travaux de Schwilgué, Navier, Dupuit, Morin, Delaunay, bien que ce dernier ait en 1885 donné une interprétation pour la première fois exacte de la proposition de Coulomb.

1. Ouvrage couronné par l'Académie des sciences, 1781.

L'illustre expérimentateur n'a jamais fait la généralisation qu'on lui a si souvent prêtée et, quand on ouvre son livre au chapitre où il rend compte de ses expériences si simples et en si petit nombre, on est frappé de constater sur quelle base en somme étroite sont construites certaines théories du roulement.

Le premier, l'ingénieur des Ponts et Chaussées Dupuit contesta les conclusions admises, mais il partit malheureusement sur une fausse piste en ne se doutant pas que les lois du roulement étaient abusivement attribuées à Coulomb, mais en doutant du soin apporté par le physicien aux expériences de 1781. Le général Morin se fit d'ailleurs le défenseur acharné de l'interprétation admise et le poids de son autorité étouffa la voix du jeune ingénieur Dupuit, qui avait cependant raison en partie.

Dans un petit livre fort curieux et intéressant : « Les bandages pneumatiques et la résistance au roulement[1] », M. de Mauni a fait justice des conclusions admises par Morin et des lois formulées par Dupuit. « La résistance au roulement, dit-il en substance, n'est inversement proportionnellement ni au diamètre (Coulomb) ni à la racine carrée du diamètre (Dupuit), mais sa variation suit une loi plus complexe. » Et M. de Mauni reprend les expériences, il donne ensuite l'interprétation des résultats obtenus. Nous voulons montrer l'insuffisance de cette interprétation qui est fondée sur la connaissance de l'essence même de la résistance au roulement. Avant d'attaquer l'explication de M. de Mauni il est nécessaire que nous fassions connaître brièvement ses travaux et son raisonnement.

Qu'arriverait-il si nous placions un rouleau parfaitement cylindrique, infiniment dur, poli, non élastique, sur un plan horizontal idéal, également dur, poli, non élastique?... Le contact de ce disque et du plan se ferait suivant une ligne droite infiniment mince, idéale en un mot comme les lignes de la géométrie. Qu'une force agisse sur le disque d'abord immobile, cette force va mettre le disque en mouvement, et comme rien ne s'oppose à ce mouvement le disque va rouler sans arrêt[2] (principe de l'inertie).

Mais, dans la pratique, les choses ne se passent pas ainsi, parce qu'il n'existe point de corps ni de surfaces parfaitement dures, polies et absolument indéformables, puis la résistance de l'air intervient. Ce sont toutes ces imperfections, les aspérités, les trous et les bosses, la malléabilité, l'irrégularité des roues et des chemins de roulement qui empêchent un mouvement commencé de se continuer indéfiniment. Ce sont ces causes externes qui sont les *résistances au roulement*.

Or il est très difficile de rechercher par l'analyse mathématique les relations de ces causes multiples et souvent complexes aux effets de résistance qu'elles produisent, et M. de Mauni a bien raison d'insinuer que

1. Chez Dunod, 49, quai des Grands-Augustins, Paris.

2. Nous supposons le système dans le vide pour ne pas considérer la résistance de l'air.

tous ceux qui ont choisi cette voie n'ont vu qu'un côté de la question ou même n'y ont rien vu du tout. L'expérience seule peut fournir des conclusions intéressantes, aussi M. de Mauni étudia le roulement de cylindres en acier poli soigneusement vérifiés sur le tour de précision ; le chemin de roulement était formé par deux « tringles plates en acier dur, parfaitement rabotées, rodées et polies ». On pouvait apprécier le frottement de roulement au moyen d'un dispositif spécial et dans les cas variés où le chemin de roulement était ou bien net, ou bien saupoudré d'émeri, de sable, de papier de verre....

Les résultats obtenus furent les suivants :

« Si nous revêtons nos tringles d'acier d'une couche mince de l'émeri « le plus fin, nous verrons apparaître la résistance, laquelle se montrera « tout d'abord nettement proportionnelle au poids des cylindres et, de « plus, paraîtra diminuer, *mais très légèrement*, en même temps qu'aug- « menteront les diamètres employés.

« Si nous nous servons d'émeri de plus en plus gros, nous verrons la « résistance augmenter. De plus, au lieu de rester presque indifférente à « la variation des diamètres, elle croît, de plus en plus nettement, à « mesure que les diamètres diminuent, pour bientôt se montrer constam- « ment dans toutes les expériences moyennes, en *raison inverse*, ou à « peu près, de la *racine carrée du diamètre*[1]. »

Avec du gros papier de verre la résistance croît plus vite encore que cette règle ne l'indique à mesure que le diamètre décroît. Enfin, au moment où le roulement devient presque impossible et où le glissement va lui succéder, « la résistance au roulement paraît être en *raison inverse du diamètre* et semble même parfois croître plus vite encore ».

L'influence de la vitesse fut également étudiée, et l'expérience montra que la résistance au roulement diminuait d'abord à mesure qu'augmentait la vitesse, puis croissait ensuite de plus en plus violemment avec la vitesse.

Ces faits et même les conclusions de Coulomb, de Morin et de Dupuit ne peuvent-ils trouver une explication naturelle? Si, répond M. de Mauni : qu'est-ce que la résistance au roulement, sinon la manifestation d'une force qui réagit contre la force motrice par laquelle nous provoquons le roulement? Et quelle force peut ainsi constamment exister et gêner le roulement sinon *la pesanteur?* Les surfaces de roulement présentent toujours des aspérités ; pour qu'un disque roule il faut lui faire surmonter ces petits obstacles du chemin, donc l'élever, vaincre la pesanteur.

Nous allons voir en effet que la pesanteur joue un rôle direct fort important à considérer, mais ce n'est qu'un côté de la question et c'est le

1. Baron de Mauni. *Les bandages pneumatiques et la résistance au roulement*, p. 86 et 87.

seul que M. de Mauni aperçut, si bien que son interprétation de la résistance au roulement et les conclusions qu'il en a tirées se trouvent en défaut en maintes circonstances que nous examinerons.

A notre avis, trois sources de résistance au roulement interviennent simultanément avec plus ou moins d'intensité selon les circonstances.

a) La pesanteur;

b) Les chocs;

c) Les déformations (élastiques ou non) des surfaces en contact.

a) *La pesanteur.* — On peut assimiler chaque aspérité de la route à un petit obstacle de hauteur h; or le chemin présente un ensemble de faibles aspérités très rapprochées les unes des autres et peut-être aussi quelques aspérités relativement importantes mais espacées (cailloux roulants ou saillants). Si nous considérons les petits obstacles, nous apercevons facilement qu'une roue va reposer en même temps sur deux obstacles sans presser le sol entre ces deux aspérités si cette roue a un diamètre suffisant. Ainsi, la roue A de faible diamètre retombe sur le sol en passant de l'aspérité a à l'aspérité b, tandis que la roue B de grand diamètre repose à la fois sur a et sur b sans retomber jusqu'au sol dans l'intervalle : il faudra donc soulever moins la roue B que la roue A pour lui faire gravir l'obstacle b, c'est dire que la résistance offerte au roulement par B sera plus faible que celle offerte par A.

Si les aspérités de la route sont très faibles et très rapprochées, la différence que nous venons de signaler dans les soulèvements des roues A et B sera peu sensible, la résistance au roulement sera donc peu influencée par le diamètre! Si les obstacles sont plus importants, si la route est moins viable, les enfoncements sont alors plus différents selon les diamètres et, alors, la loi de Dupuit — la résistance au roulement est inversement proportionnelle à la racine carrée du diamètre — représente suffisamment les faits. Avec des obstacles plus sérieux, ce qui serait le cas d'une chaussée défoncée ou d'un pavé bouleversé, l'influence du diamètre serait plus sensible encore et les résistances deviendraient inversement proportionnelles au diamètre ou peut-être même à une puissance du diamètre supérieure à l'unité!

Retenons de ceci : 1° qu'il y a peu d'intérêt à augmenter le diamètre des roues quand on circule sur des routes excellentes; 2° qu'il y a de plus en plus d'intérêt à l'augmenter à mesure qu'on circule sur des routes de moins en moins viables.

Ces remarques sont intéressantes pour la recherche du diamètre des véhicules automobiles où une foule de raisons interviennent en faveur des roues légères et de petit diamètre.

L'influence de la vitesse s'explique aussi facilement. Dans le cas où les obstacles sont nombreux et peu élevés, la vitesse a pour effet de lancer le

disque d'un obstacle sur l'autre et plus la vitesse croît et moins la roue descend dans l'intervalle, moins elle a de peine à franchir l'obstacle suivant. Mais comment expliquer que la résistance croît au contraire en même temps que la vitesse à partir d'une certaine valeur de la vitesse? — C'est la résistance de l'air qui intervient, dit M. de Mauni; — sans doute, mais l'explication est de celles dont nous ne pouvons nous contenter. Ainsi pourquoi la résistance au roulement croît-elle beaucoup plus vite avec la vitesse sur une route pavée que sur une route empierrée[1]? Nous trouverons l'explication en étudiant le rôle du choc.

Appliquons les raisonnements précédents, relatifs au rôle de la pesanteur, aux bandages élastiques.

1° Cas du caoutchouc plein :

Un petit obstacle s'incruste dans le bandage, de telle sorte que le travail nécessaire pour passer par-dessus cet obstacle est nul ou presque nul, tandis qu'il serait $P \times h$ (P, poids supporté par le bandage, h, hauteur de l'obstacle) si le bandage était en fer.

2° Cas du pneumatique :

Non seulement le pneu absorbe aussi l'obstacle isolé, mais il s'aplatit sur une série d'obstacles : son élasticité est non seulement locale comme dans le cas du caoutchouc plein, mais elle est générale; l'influence de la pesanteur est encore plus amoindrie qu'avec le caoutchouc plein, parce que le pneu « boit » des obstacles plus importants et plus nombreux.

b) *Les chocs.*

Les chocs se produisent au passage des aspérités et des creux. Il y a choc au moment où la roue rencontre l'obstacle et nouveau choc au moment où la roue ayant rebondi par-dessus l'obstacle revient en contact avec le sol.

Soit m la masse d'un disque lancé sur un terrain non uni, $v_0 - v_1$ la variation de vitesse due au choc, la valeur du choc est mesurée par la quantité de mouvement $m(v_0 - v_1)$. On sait que la force moyenne qui s'exerce sur le disque pendant la percussion et dans le sens de la percussion est $\frac{m(v_0 - v_1)}{t}$, si t est la durée de la percussion, durée toujours très courte.

Il est avantageux de diminuer m : ceci va nous montrer l'avantage des bandes élastiques, des roues et des essieux légers.

1° Cas du caoutchouc plein :

Lorsque la roue aborde les petites aspérités de la route, la particule de caoutchouc en contact avec le sol intervient seule dans le choc tant que l'aspérité est faible. Dans l'expression du choc : $m(v_0 - v_1)$, m est donc très petit et par suite la force vive perdue $m(v_0^2 - v_1^2)$ est beaucoup

1. Expériences de Résal.

moindre que dans le cas du bandage ferré, cas où m est relatif au moins à la roue (à la jante d'acier si on admet que les rais aient une élasticité suffisante).

2° Cas du pneumatique :

La valeur de m est encore plus faible, le choc devient insignifiant. D'ailleurs, comme le nombre d'obstacles « absorbés » est plus grand, la roue n'est intéressée que par des obstacles plus importants.

3° Cas d'une roue élastique :

En général les roues élastiques présentent une jante déformable ou bien une jante rigide avec rais ou moyeu élastiques. Si la jante est déformable elle se compose d'éléments plus ou moins pesants ; c'est la masse m d'un de ces éléments qui intervient dans l'expression du choc ; il y a bien des chances pour que m soit relativement important si la jante n'est pas munie de caoutchouc. Si la jante est rigide, c'est sa masse tout entière qui s'introduit dans $m\ (v_0 - v_1)$, aussi jamais des roues élastiques à jante rigide ne pourront prétendre au même rôle que des pneus ou même des bandes pleines de caoutchouc.

4° Rôle de la suspension :

Quand la roue aborde des obstacles importants : surélévations, têtes de chat, flaches, etc., le choc n'intéresse pas seulement le bandage mais aussi d'autres parties du véhicule. On peut admettre, à cause des vitesses relativement grandes réalisées dans les automobiles, que le châssis continue son mouvement horizontalement pendant que les ressorts sont comprimés sous l'influence d'une surélévation par exemple. La masse m qui intervient dans le choc se compose donc uniquement de la partie non suspendue de la voiture (bandages, roues, essieu), d'où l'intérêt considérable qu'on trouve à diminuer le poids de ces organes. Dans le cas choisi, la suspension contribue aussi à l'amortissement du choc, puisque, grâce à elle, le poids suspendu n'est pas intervenu. Cependant, il peut arriver que le ressort se trouve au bout d'une période oscillatoire au moment où l'obstacle est abordé, par exemple un obstacle précédent a pu faire osciller le ressort et l'amener ainsi à se trouver aplati juste à l'instant où le deuxième obstacle est rencontré : c'est alors la masse totale du véhicule qui produit le choc.

5° Les formules donnant la valeur du choc $m\ (v_0 - v_1)$ et la force vive $m\ (v_0^2 - v_1^2)$ montrent l'influence de la vitesse[1] qui est évidemment très importante.

Si nous considérons la composante horizontale du choc $m\ (v_0 - v_1)$, nous devons remarquer que la valeur de m est *toujours* la masse totale de la voiture, puisqu'il n'existe pas de ressorts agissant horizontalement. Il serait avantageux d'en placer sur les véhicules, cela diminuerait la résis-

1. Lire pour plus de développement sur ce point l'ouvrage de M. A. Pétot, *Étude dynamique des voitures automobiles*. Schaller, Lille. On y trouvera la valeur de $v_0 - v_1$ en fonction de v_0 et de l'importance de l'obstacle.

tance au roulement pour ne considérer ici qu'un des moindres avantages du système.

c) Les déformations élastiques ou non des surfaces en contact.

Considérons d'abord les déformations de la route. Si la chaussée est dure, sèche, il y a en général une légère déformation élastique dans le sens normal qui est très intéressante à considérer au point de vue de l'usure des bandages, mais qui modifie peu la résistance au roulement : elle tend cependant à la diminuer en restituant une partie de la force vive absorbée par le choc.

Si la surface de la chaussée est molle (poussière, boue, sol peu résistant) la roue pénètre dans le sol. La résistance introduite par un tel phénomène échappe à l'analyse, l'expérience seule pourrait nous renseigner. Dupuit avait cru reconnaître que la résistance à la traction croissait inversement au cube de l'enfoncement, mais cette règle ne peut être exacte, car il ne peut y avoir de règle applicable à tous les cas. Bornons-nous à constater l'avantage des bandages larges et de fort diamètre sur les routes molles.

Sur les routes dures au contraire, les bandages larges ne portent jamais sur le sol en un point de leur circonférence centrale, il se produit alors des déformations élastiques ou permanentes de la roue et de la fusée qui ont pour moindre conséquence d'accroître la résistance au roulement.

1° Rôle des bandages en caoutchouc plein :

Il se produit des déformations élastiques. Elles sont plus grandes (et inutilement) avec des bandages de surface non applicable sur un plan.

Il est plus avantageux d'employer des bandages à section trapézoïdale (surface extérieure = cylindre) que des bandages à section circulaire (surface extérieure = tore).

2° Rôle des bandages pneumatiques :

Les déformations élastiques sont considérables ; la section de la chambre à air étant toujours circulaire, puisque l'air exerce sa pression d'une manière isotrope, la surface extérieure est généralement un tore. Cependant on a cherché à faire des pneus à surface extérieure applicable, ils sont plus coûteux, puisqu'une partie de caoutchouc se trouve inutilisée quand l'enveloppe est usée, ils ne suppriment pas les déformations de la chambre qui n'est pas une surface applicable, mais ils réduisent cependant au minimum les déformations élastiques superficielles. Aussi on les emploie aux courses d'automobiles.

L'élasticité des bandages a pour effet de restituer une partie de l'énergie absorbée par les chocs.

CONCLUSION

M. de Mauni, qui avait vu dans la résistance au roulement une pure et simple manifestation de la pesanteur seule, avait naturel-

lement conclu que la résistance au roulement était moindre avec les bandages élastiques qu'avec les bandages ferrés, moindre avec les pneus qu'avec les bandages de caoutchouc pleins. Or, rien ne peut nous permettre de formuler des conclusions aussi générales : exactes pour certains cas, elles seraient en défaut ailleurs. Et M. de Mauni se serait pris lui-même en flagrant délit s'il avait eu connaissance des résultats obtenus par MM. Arnoux, Ct Ferrus et Bourcier Saint-Chaffray (1904) où la résistance au roulement fut moindre pour un bandage plein de section trapézoïdale que pour tous les pneus étudiés.

Si la pesanteur seule agissait, un pneu peu gonflé offrirait une plus faible résistance qu'un pneu gonflé à bloc puisqu'il absorberait mieux les obstacles, or l'expérience prouve le contraire[1] : le pneu légèrement gonflé subit en effet des déformations superficielles considérables (et différentes pour ses différents éléments, d'où production de frottements nuisibles, dégagement de chaleur, etc.)

En définitive, on ne peut pas dire que *dans tous les cas* et sur toutes les routes tel bandage demande moins de tirage que tel autre, car la résistance au roulement dépend d'une quantité très grande de facteurs. Il était au moins curieux d'en essayer un classement et de rechercher quelle pourrait être l'essence même de cette résistance au roulement qui comprend en réalité *une foule de résistances*, lesquelles échappent presque toutes à l'analyse mathématique.

On voit également qu'on peut tirer d'une telle étude des conséquences pratiques fort importantes relativement au diamètre des roues, à leur poids, à l'utilité de la suspension, à l'adoption d'organes élastiques longitudinaux, à la forme et aux dimensions des bandages. En examinant ces diverses applications au point de vue de leur influence sur l'usure des chaussées et des bandages, on pourrait chercher les dispositifs qui concilient le mieux les divers intérêts en jeu. On verrait alors que pour circuler sur des routes en bon état, sur les routes nationales par exemple, les organes qui sont les plus favorables à l'économie de combustible sont presque toujours ceux qui assurent au véhicule une exploitation économique et à la route un minimum d'usure[2].

25 mai 1908.

1. Expériences de MM. Arnoux, Ct Ferrus, Bourcier Saint-Chaffray. Rapport officiel, A. C. F., 8, place de la Concorde.

2. Lire à ce sujet Girardault. *Les automobiles industrielles et les transports automobiles.* Baudry de Saunier, éditeur, 20, rue Duret, Paris.

62045. — Imprimerie Lahure, rue de Fleurus, 9, à Paris.

SCHLUSSSÄTZE

M. de Mauni hatte im Fahrwiderstand eine blosse Äusserung der Schwerkraft allein erblickt und hatte natürlich daraus geschlossen, dass der Fahrwiderstand für elastische Reifen geringer anzunehmen sei als für die eisernen, für Pneumatiks wiederum geringer als für Vollkautschukreifen. Nichts gestattet mehr so allgemeine Folgerungen zu ziehen; sie sind richtig für einzelne Fälle; in andern treffen sie nicht zu.

Und M. de Mauni hätte sich selbst *flagranti delicto* ertappt, wenn er von den Ergebnissen Kenntnis gehabt hätte, welche die Herren Arnoux, Mayor Ferrus und Bourcier St-Chaffray im Jahre 1904 erzielten. Bei diesen Versuchen stellte sich ein geringerer Fahrwiderstand für einen Vollgummireifen von trapezförmigen Querschnitt heraus als für samtliche gleichfalls geprüften Pneumatiks.

Käme die Schwerkraft allein in Betracht, so würde ein schwach aufgepumpter Pneumatik einen geringeren Fahrwiderstand ergeben als ein stark aufgepumpter, da er leichter die Hindernisse aufnimmt. Die Erfahrung hat den Beweis für das Gegenteil geliefert[1] und ein schwach aufgepumpter Pneumatik erleidet tatsächlich beträchtliche elastische Formveränderungen (dieselben sind mit Rücksicht auf die verschiedenen Elemente, aus denen sich der Pneumatik zusammensetzt, verschieden, daher schädliche Reibungen, Wärmebildung, u. s. w.)

Schliesslich kann man nicht sagen, dass *in allen Fällen* und auf allen Strassen dieser oder jener Reifen weniger Zugkraft erfordert als ein anderer, denn der Fahrwiderstand hängt von zahlreichen Faktoren ab.

Es war interessant, den Versuch einer Einteilung zu unternehmen und nach den eigentlichen Grund des Fahrwiderstands zu forschen. Derselbe umfasst nämlich *eine grosse Zahl von Widerständen*, die sich nahezu sämtlich der mathematischen Analyse entziehen. Es ist gleichfalls ersichtlich, dass sich aus derartigen Arbeiten für die Praxis sehr wichtige Folgerungen ziehen lassen hinsichtlich des Raddurchmessers, des Radgewichtes, der Aufhängung und der Anwendung von elastischen Organen in der Längsachse, endlich der Form und der Dimensionen der Bereifung. Durch Prüfung dieser verschiedenen Anwendungen bezüglich ihres Einflusses auf die Abnutzung der Chausseen und Bereifungen, wäre es möglich die Vorrichtungen zu

1. Erfahrungen der Herren Arnoux, Mayor Ferrus, Bourcier St. Chaffray, Œffentlicher Bericht. A. C. F., 8, place de la Concorde.

finden, welche am besten die unterschiedliche in Frage kommenden Interesse in Einklang bringen könnten. Man würde dann zur Einsicht gelangen, dass für den Verkehr auf gut gehaltenen Strassen — den Nationalstrassen beispielsweise — jene Organe, welche dem Wagen einen möglichst geringen Betriebsstoffverbrauch sichern, auch für den billigen Gesamtbetrieb des Fahrzeuges in Frage kommen und dass sie auch die Abnützung der Strasse auf ein Minimum reduzieren[1].

1. Lese man diesbezüglich : Girardault. *Les automobiles industrielles et les transports automobiles*. Verlagbuchhandlung Baudry de Saunier, 20, rue Duret, Paris.

(Übersetz. Blaevoet.)

84

IER CONGRÈS INTERNATIONAL DE LA ROUTE
PARIS 1908

6e QUESTION

LES EFFETS
DES
CHAUSSÉES SUR LES VÉHICULES

RAPPORT

PAR

M. LUMET
Ingénieur des Arts et Manufactures à Paris.
(Délégué par la Chambre syndicale de l'Automobile.)

PARIS
IMPRIMERIE GÉNÉRALE LAHURE
9, RUE DE FLEURUS, 9

1908

LES EFFETS

DES

CHAUSSÉES SUR LES VÉHICULES

RAPPORT

PAR

M. LUMET

Ingénieur des Arts et Manufactures à Paris.

(Délégué par la Chambre syndicale de l'Automobile.)

Nous emploierons, ici, fréquemment le terme « dénivellation » lorsque nous étudierons les effets des chaussées sur les véhicules, aussi devons-nous définir ce que nous entendons par dénivellations; ce sont : les dos d'âne, les cassis, les ornières en long, les ornières en travers, les flaches, les rechargements partiels, et, en général, tous les défauts résultant de l'usure de la route et ayant pour effet de créer une dénivellation entre deux points voisins de la route.

Si nous voulons étudier les effets des chaussées sur les véhicules automobiles, il nous faut tenir compte d'une série de facteurs afférents aux véhicules et qui sont :

a) Le poids;
b) La vitesse;
c) Le mode de suspension et ses propriétés;
d) Les bandages (dimensions et nature);
e) Le rapport des poids suspendus et non suspendus;
f) L'adhérence, plus particulièrement sur les roues motrices.

Pour un même véhicule, les caractéristiques ci-dessus peuvent varier suivant qu'il est à vide, en charge moyenne ou en pleine charge. Il ne faut

pas oublier, en effet, que pour l'économie d'une exploitation, et afin de réduire le plus possible les périodes d'inutilisation, le véhicule à vide doit pouvoir marcher plus vite qu'en pleine charge.

La répartition des charges sur les essieux, la disposition des organes mécaniques et leur construction ont évidemment une influence sur l'endurance du véhicule.

Les combinaisons entre eux des différents facteurs qui viennent d'être cités conduiraient à un nombre trop important de considérations particulières qu'il n'est pas possible d'examiner ici, et nous ne pouvons qu'exposer quelques idées générales.

Les dénivellations des chaussées, à quelque cause qu'elles soient dues, quelle que soit leur importance, et quelles que soient les caractéristiques du véhicule, occasionnent sur celui-ci des chocs, des vibrations et trépidations dus à la projection de la masse à terre (masse non suspendue, roues, essieux, ressorts) contre la masse suspendue (châssis et charge), au moment où les roues rencontrent ces dénivellations.

Le choc produit a pour effet de faire vibrer le véhicule et le sol, c'est donc de l'énergie dépensée en pure perte; mais ce n'est pas seulement une perte, car l'énergie dépensée est employée d'une façon nuisible, tant pour le véhicule que pour le sol, parce que les vibrations sont une cause importante de destruction. Un mauvais sol a donc une action néfaste sur lui-même; il disloque, en outre, les véhicules.

Les recherches des constructeurs se sont forcément portées vers l'amélioration des organes destinés à atténuer les chocs occasionnés par les chaussées, la suspension a été perfectionnée.

De tous les organes qui ont à souffrir des chocs dus aux dénivellations des chaussées, les plus maltraités sont les roues, les essieux et les ressorts.

S'il ne s'agissait, pour ces organes, que de mettre des pièces à grosses sections et de grands poids, le problème serait vite résolu; mais, d'une façon générale, au point de vue mécanique, le poids complique le problème du mouvement et, d'autre part, le poids du corps choquant doit être aussi réduit que possible pour la conservation du corps choqué; au point de vue économique, la dépense d'achat augmenterait notablement et les frais d'exploitation deviendraient beaucoup trop élevés.

Il faut donc des groupes (roues, essieux, ressorts) aussi légers que possible. La métallurgie, les études consciencieuses des dispositions, l'exécution soignée à l'atelier, ont triomphé en partie des difficultés, mais les dénivellations des chaussées existent toujours et restent un danger.

Les roues sont souvent protégées par les bandages, elles ont une certaine étendue, et leurs matériaux constitutifs sont élastiques et disposés pour pouvoir fléchir; bien qu'en contact immédiat avec le sol, ces organes ne sont pas les plus délicats.

Nous parlerons plus loin des roues et des bandages.

ESSIEUX, RESSORTS, AMORTISSEURS

Les essieux sont, sans contredit, les pièces pour lesquelles les chocs ont le plus d'importance, maintenant les roues mobiles sur les fusées et supportant le châssis. Cette action et cette réaction qui se reproduisent incessamment occasionnent dans le métal des vibrations ou trépidations et créent une tension moléculaire croissante ou décroissante sans loi, suivant le caprice des dénivellations des chaussées. Ces dénivellations peuvent être telles que leur importance ou leur succession entraîne à une tension dépassant la limite élastique pratique du métal, et ait pour résultat la déformation ou le bris de la pièce.

Cette question, vérifiée pratiquement, de l'influence des vibrations sur la résistance des matériaux a déjà été exposée théoriquement plusieurs fois et la conclusion est toujours la même : modification de la résistance, que l'on suppose un changement d'état moléculaire d'origine physique ou chimique. Il est à remarquer, en effet, que le changement que l'on constate dans la contexture du métal se manifeste bien dans la section de rupture et non dans les sections voisines.

La fréquence et le synchronisme semblent être les deux éléments les plus funestes dans les oscillations, parce qu'ils s'opposent le plus à la conservation de l'état normal initial de la matière. Après l'usinage et le recuit des pièces, les molécules de la matière sont orientées d'une certaine manière ; les pièces au moment de leur mise en place subissent une tension qui modifie légèrement cette orientation et diminue un peu la cohésion.

Lorsque la pièce revient à l'état libre, l'orientation et la cohésion reprennent leurs caractéristiques initiales.

Pendant la marche sous tension, et avec le temps, il peut se produire, dans certains cas, et dans certaines régions des sections, une tension locale supérieure à la limite élastique (la matière n'étant pas rigoureusement homogène) ; cette tension peut, peut-être même, amener un changement chimique local ; dans ces conditions, la résistance de la section considérée est diminuée. Si, du fait, par exemple, d'une partie de chaussée en mauvais état, les chocs augmentent en intensité et en nombre, il peut très bien arriver que l'organe éprouvé se déforme ou se brise. La vitesse a une grande influence sur l'intensité et la fréquence des chocs, mais elle est précisément une des qualités maîtresses du progrès dans les transports, et c'est pourquoi il faut réduire au minimum les dénivellations des chaussées plutôt que de limiter la vitesse.

Ce qui vient d'être dit est vraï pour toutes les autres pièces constitutives du châssis, pour lesquelles les chocs, vibrations ou trépidations sont des ennemis mortels ; tous les points d'attache des organes, principalement

des carters de moteurs, des changements de vitesse, sont particulièrement exposés.

La partie du véhicule qui doit remplir le rôle délicat et important de tampon est la suspension à laquelle on demande d'absorber une partie du travail mécanique du choc : ce sera donc un appareil à mauvais rendement absolu.

La suspension est généralement composée de ressorts métalliques simples ou combinés entre eux de diverses manières.

Dans certains cas, les plus nombreux, lorsque la vitesse est prise en considération, on a trouvé que le ressort métallique seul avait un rendement trop élevé, et on lui a adjoint les amortisseurs destinés à absorber une grande partie du travail de chocs. L'étude très complexe de l'établissement d'une suspension devant satisfaire à des conditions bien déterminées ne peut pas être comprise dans le cadre qui a été tracé pour ce rapport, et nous examinerons seulement quelques points spéciaux.

En première ligne, on peut mettre le choix de la matière qui servira à constituer les ressorts. La métallurgie nous a donné des aciers à ressorts très résistants, permettant de grands allongements, et, sous un faible poids, donnant un support flexible presque parfait. Les lois de la mécanique et les coefficients pratiques indiqués par les spécialistes indiquent les dimensions et les formes à donner à ces supports flexibles. Enfin, la trempe et le recuit portent à leur maximum les qualités du ressort bien calculé et exécuté en matériaux supérieurs.

Des essais rigoureux poussés bien au delà à ce que l'organe aura à subir dans la pratique complètent sa fabrication et donnent toute assurance au constructeur.

La caractéristique de la suspension est la flexibilité qui a été portée à son extrême limite; il a même été remarqué que cette limite ne peut pas être trop reculée, parce que, si l'on obvie à la transmission brutale du choc, en adoptant de grandes flexibilités, on tombe alors dans un autre inconvénient, qui est le balancement du châssis dans le plan vertical. Ce balancement étant une cause de variation du poids agissant sur les roues, amène une variation d'adhérence plus nuisible que des chocs moyens et par suite une diminution de la vitesse. Actuellement, l'on tend à employer le ressort comme support flexible, et l'on atténue les réactions et les oscillations par des amortisseurs; cette manière de faire conduit à la suspension la plus perfectionnée pour le plus grand bien des châssis et des chaussées. La suspension protège le sol puisqu'elle atténue le choc tant au moment de l'action (rencontre de la dénivellation de la roue), qu'au moment de la réaction (retombée du châssis sur les ressorts).

Il est utile maintenant de dire quelques mots sur les amortisseurs, qui sont les organes modérateurs et régulateurs de la suspension.

Deux genres nettement différents se sont imposés, l'un résistant, l'autre fléchissant.

Le premier genre a surtout en vue l'amortissement des oscillations des ressorts. Partant de ce que le frottement des lames des ressorts absorbe un travail insuffisant lorsque l'on emploie les grandes flexibilités, on a imaginé d'adjoindre une résistance (frottements supplémentaires) au moyen d'un amortisseur, soit à pièces solides frottant les unes contre les autres, soit à liquide ou air frottant dans des orifices, ces appareils agissant lorsque l'essieu se rapproche ou s'éloigne du châssis, ou bien seulement lorsqu'il s'en approche, ou seulement lorsqu'il s'en éloigne.

On a été amené, d'une façon générale, à augmenter la flexibilité des ressorts, montés avec amortisseurs d'oscillations.

Les appareils ont été perfectionnés pour laisser toute liberté aux ressorts pendant une certaine course; on a cherché aussi à rendre la flexibilité décroissante dans les grands déplacements de l'essieu. Tous ces perfectionnements n'ont pas, dans des conditions de chargement variable, des effets aussi favorables; le réglage des appareils est aussi assez délicat et un déréglage peut laisser au véhicule une suspension beaucoup trop flexible.

Dans le premier genre d'amortisseur on peut citer les appareils Krebs, Truffaut, Renault, Edo.

Le deuxième genre se propose l'amortissement des chocs et des oscillations tout en continuant la fonction du ressort, ce sont des appareils fléchissants dont la flexion s'ajoute à celle des ressorts; ils tendent à donner dans toutes les conditions du chargement, et quelle que soit la vitesse, les résultats demandés. Le réglage est automatique par l'effet de la charge utile que porte le véhicule, et la flexibilité de la suspension est plus grande en charge réduite ou à vide qu'en pleine charge: on tend à réaliser avec ces appareils la flexibilité décroissante avec la charge croissante. Cette caractéristique est très importante, car c'est à vide que les véhicules ont le plus à souffrir des cahots.

Le type de ces appareils est l'amortisseur pneumatique B. P. qui se monte au bout des ressorts, sa flexion est nulle sous poids mort, et, comptant entièrement sous charge complète permet l'emploi de ressorts métalliques de moindre flexibilité, ne causant pas de balancement. D'autre part, la petite masse à mettre en mouvement (l'air), au moment du choc, permet un déplacement soudain du groupe non suspendu, et transforme ainsi le travail de choc, sans influencer soudainement le châssis; une partie du travail de compression de l'air se transmet progressivement au châssis, l'autre partie disparaît en chaleur dispersée par le mouvement.

Nous avons tenu à montrer par cette petite étude du rôle des ressorts et des amortisseurs comment le constructeur a été amené, dans l'étude de ses châssis, à envisager tout spécialement le rôle de ces organes pour lutter contre les effets désastreux des dénivellations de la route.

BANDAGES

L'influence du sol sur les bandages se manifeste toujours dans des conditions différentes suivant les données de l'établissement des véhicules et les dimensions ainsi que la nature des bandages.

Il est certain que les effets de la chaussée sur les bandages sont liés intimement à la nature de ces bandages.

Nous devons admettre que la matière choisie pour le bandage est, de par sa nature et de par les conditions d'établissement des bandages (nombre, diamètre des roues, sections des bandages, type du profil), dans les conditions voulues pour travailler de façon satisfaisante aux pressions exercées par la charge et aux efforts tangentiels développés qui dépendent de la puissance et de la destination des véhicules.

De l'étude judicieuse des conditions d'établissement d'un bandage dépend évidemment une usure moindre et nous pouvons certainement affirmer, qu'à un coefficient différent près la route bénéficie de cette usure moindre.

Le grand effet destructeur des bandages par la chaussée provient des chocs.

Le bandage fer les supporte sans trop souffrir, mais il les rend. Les trépidations intolérables pour une voiture de tourisme sont tolérées pour quelques voitures de transports industriels ; encore ne faut-il pas les laisser longtemps au contact des routes pavées du nord de la France où, dans ces conditions fâcheuses, et malgré les gros progrès réalisés dans les modes de suspension que nous citions plus haut, la dislocation complète des roues, la rupture des essieux, les fêlures dans les pattes d'attache des organes moteurs, font promptement du beau véhicule une lamentable ferraille.

Nous citerons à ce propos un passage du rapport qu'approuva la Commission technique de l'A. C. F. à l'issue du concours de véhicules industriels. La dénivellation de la route donne naissance à une énergie cinétique de la masse de la voiture. Nous avons vu comment la suspension transformait une partie de cette énergie, c'est celle que lui a rendue le bandage. Lui a reçu tout l'effet du choc, il est heureusement un organe à mauvais rendement et il a transformé une partie de l'énergie cinétique reçue en restituant ce qu'il ne pouvait transformer.

Le bandage est donc un organe qui travaille utilement. Il faut cependant le ménager. Si on lui donne le temps nécessaire il transformera cette énergie en chaleur qu'il évacuera, si la puissance du choc est trop grande il se détruira.

Supposons une route faite en petits pavés et une voiture munie de pneumatiques roulant sur elle.

Le confort sera absolu dans la voiture, le bandage travaillera normalement sous l'influence d'une série de petits chocs. Supposons une route en mauvais état avec des cassis, des flaches nombreuses et roulons pendant quelque temps sur cette route; non seulement le confort sera médiocre, mais encore le pneumatique sera plus rapidement hors de service.

Si nous parlons du bandage en caoutchouc plein, le raisonnement sera le même, le rendement en énergie cinétique restituée varie seul, que le bandage soit plein, qu'il soit pneumatique ou qu'il soit alvéolaire.

Nous avons appelé l'attention sur l'effet destructeur des chocs sur les bandages, il nous faut dire encore que ceux-ci sont soumis aux effets de dérapage, aux effets des virages; il nous faudra parler enfin de la nature elle-même du sol pour des effets non moins destructeurs.

Le dérapage, comme l'a démontré M. Carlo-Bourlet, dans sa savante communication au Congrès de l'Automobilisme de 1903, peut se manifester en deux cas : le dérapage sans choc, le dérapage par choc.

Le dérapage latéral sans choc peut se produire de deux façons, soit sur un sol incliné (route en dos d'âne), soit dans un virage. Nous n'établirons pas des formules bien connues, le coefficient f dépend de la nature du sol, ceci est un fait.

Tel sol est plus dérapant que tel autre, la poussière est une cause de dérapage au même titre que la boue.

Or, la poussière provient de la désagrégation des matériaux de la route et nous savons que les Ingénieurs des ponts et chaussées s'accordent à reconnaître que la mosaïque est moins rapidement mise à nu lorsque la matière d'agrégation est bien compacte, lorsqu'elle ne s'effrite pas facilement pour se réduire en poussière.

La nature de l'empierrement joue donc un rôle considérable dans la formation de la poussière et, par suite, dans la question du dérapage. Les matériaux siliceux, difficiles à lier entre eux, n'auront pas les mêmes qualités, à ce point de vue, que les matériaux tels que le granit ou le gneiss. Les calcaires compacts donnent d'excellentes chaussées au point de vue de l'agrégation des matériaux, mais, si la poussière est en quantité limitée, elle est finement pulvérisée et sa nature calcaire la rend particulièrement dérapante sous forme de boue.

Le dérapage par choc peut se produire par percussion sur l'une des roues avant; un petit obstacle, un pavé qui dépasse peut provoquer le dérapage; il en est de même sur les roues arrière quoique le cas soit plus rare. Le dérapage occasionné par la saillie intempestive d'un rail dans une chaussée est l'accident journalier de nos voies parisiennes.

M. l'inspecteur général Forestier distinguait au Congrès de 1903 entre les dérapages tels que nous venons de les définir et le déplacement latéral qui peut se produire, soit dans un virage, soit sur une chaussée pavée trop bombée.

Celui-ci résulte, dit M. Forestier, de ce que, dans chaque tressautement

de la roue sur le pavé, celle-ci s'élève quelque peu au-dessus du sol et, en retombant, touche le pavé un peu plus bas qu'auparavant.

Comme les trépidations sont nombreuses, à force de descendre de quelques dixièmes de millimètre à chaque ressaut, elle finit par se trouver contre le trottoir.

Nous connaissons les dérapages; quels en sont les effets? Ils peuvent aboutir à la destruction partielle du véhicule si l'accident, toujours à redouter en cas de dérapage, survient; ils font travailler de toutes façons d'une manière anormale les bandages, donnant naissance à des efforts transversaux, qui, en particulier, pour les pneumatiques font travailler à la traction les toiles de l'enveloppe provoquant parfois l'arrachement des talons.

Si le bandage résiste, il est très certain que l'effort transversal est transmis à la roue et, sans même que le choc fatal contre la bordure survienne, le *chapelet* est néanmoins à redouter.

Dans les virages, l'effet est analogue, la force centrifuge tend à provoquer le dérapage; elle développe toujours des efforts transversaux nuisibles aux bandages; nous faisons dans l'intérêt de nos bandages et de la conservation de nos voitures des vœux bien sincères pour le relèvement des virages.

Le bombement d'une chaussée est également une cause d'efforts transversaux nuisibles aux roues qui, comme celles des véhicules automobiles, n'ont pas d'écuanteur. Certains dispositifs de rais ont été même étudiés pour s'opposer à l'action de ces efforts transversaux par la façon même dont ils relient le moyeu et la jante.

Il faut noter enfin que ce bombement, du moins pour les roues à bandages larges, conduit à une usure inégale de ces bandages.

RAPPORT DES POIDS DE LA PARTIE SUSPENDUE A LA PARTIE NON SUSPENDUE

Nous avons dit plus haut, au point de vue de la suspension des véhicules, l'influence considérable du poids de la partie non suspendue du véhicule (roues, essieux) qui constitue l'organe choquant, lorsque le choc se produit par suite d'une dénivellation.

Certaines voitures à transmission par cardan ont des essieux moteurs non suspendus contenant le mécanisme de transmission et le différentiel, parfois même le changement de vitesse. Il est à noter que les constructeurs ont réalisé ce dispositif, intéressant à d'autres titres, surtout pour les voitures de faible puissance alors qu'ils n'étaient pas conduits à des poids trop considérables pour les organes non suspendus.

Mais la route jusqu'alors empêcha le constructeur d'adopter avec plus de faveur ce dispositif qui, supprimant la chaîne, contribue à l'augmentation du rendement en puissance à l'axe moteur.

ADHÉRENCE

Lorsque sous l'influence d'un choc les roues motrices tendent à quitter le sol, ou le quittent même, il y a diminution d'adhérence. De deux choses l'une, ou la vitesse angulaire de la roue croît au contact du sol et alors la puissance du moteur est en partie utilisée à l'usure de la route sans que l'effet utile de l'avancement du véhicule en résulte, ou le moteur emballe à vide et il y a toujours un travail perdu.

CONCLUSION

Il est à noter que, quel que soit le point de vue auquel on se place, on arrive toujours à la même conclusion.

Lorsque, pour une cause ou pour une autre, on se trouve, du fait de la route, dans des conditions désavantageuses pour la voiture automobile, la route a elle-même à souffrir de cet état de choses.

On est donc conduit à dire que, si l'on supprime tout ce qui, dans la route, tend à détruire les voitures, celles-ci ne sauraient être elles-mêmes une cause d'usure anormale de la route.

RÉSUMÉ

Tout choc provenant des dénivellations du sol est destructeur des châssis et bandages, complique le problème de la suspension.

Le sol de la route ne doit pas présenter de dénivellations.

Les effets transversaux sont destructeurs des bandages et des roues. — La route doit être bombée le moins possible. — Les virages doivent être relevés.

La nature du sol a une grande influence sur les bandages. Les routes dans lesquelles la mosaïque est le plus facilement mise à nu (matériaux siliceux) sont celles qui tendent elles-mêmes à détruire les bandages.

ANNEXE

EXTRAIT DU RAPPORT DU CONCOURS DE VÉHICULES INDUSTRIELS DE 1908

Nous avions toujours fait les plus expresses réserves sur l'usure possible du châssis provenant des trépidations dues au défaut d'élasticité des bandages. Le temps pluvieux, tout d'abord, puis particulièrement favorable

et chaud dont nous avons bénéficié pendant le concours, a mis en très mauvaise posture les roues à bandages en fer.

Lorsque l'on examine ces roues, on voit que : 1° le métal a subi une compression telle qu'il a été écrasé, qu'il a débordé des deux côtés de la jante en bois, formant des boudins métalliques qui tendent à se cisailler au droit du plan des faces avant et arrière de la jante en bois. Pour certains véhicules, une bavure seule existe des deux côtés ;

2° Non seulement le bandage a éprouvé les effets nuisibles de la compression, mais encore il a travaillé à la traction ; le bandage s'est allongé et, la chaleur aidant, les jantes en bois se sont disjointes, et dans certains véhicules elles ont abandonné la roue.

Paris, juin 1908.

ZUSAMMENFASSUNG

Jeder Stoss, welcher von den Bodenunebenheiten herrührt, zerstört die Rahmen und die Bereifung, und verwickelt ferner die Frage der Aufhängung.

Der Strassenboden darf keine Einsenkungen aufweisen.

Die Beanspruchungen in der Quere zerstören die Bereifung und die Räder.

Die Wölbung der Strasse soll so gering als möglich sein.

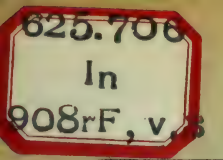
Die Fahrbahn soll an den Kurven überhöht werden.

Die Beschaffenheit des Bodens übt auf die Bereifung einen grossen Einfluss aus. Die Strassen, bei denen der Steinschlag am leichtesten von Bindemitteln entblösst wird, haben auf die Bereifung die schädlichsten Wirkung.

(Übersetz. Blaevoet.

Lumet.

62297. — PARIS, IMPRIMERIE LAHURE
9, rue de Fleurus, 9



Ier CONGRÈS INTERNATIONAL DE LA ROUTE
PARIS 1908

6e QUESTION

ACTION DE LA CHAUSSÉE
SUR LES VÉHICULES

RAPPORT

PAR

M. C.-S. ROLLS
M. A. F. R. C. S.
Membre du Conseil de l'Association pour l'amélioration des routes,
délégué de cette Association.

PARIS
IMPRIMERIE GÉNÉRALE LAHURE
9, RUE DE FLEURUS, 9
—
1908

ACTION DE LA CHAUSSÉE
SUR LES VÉHICULES

RAPPORT

PAR

M. C.-S. ROLLS

M. A. F. R. C. S.

Membre du Conseil de l'Association pour l'amélioration des routes, délégué de cette Association.

Une des premières difficultés qui se présentèrent dans la question de transport mécanique sur routes, et, peut-être, la principale dès l'origine, fut la nécessité où l'on se trouva d'établir une machine de traction assez compliquée, qui non seulement devait être extrêmement légère et capable de supporter des charges très variables mais qui pût également résister aux vibrations et aux chocs continuels que transmettait par le contact des roues une chaussée mal entretenue.

La machine à combustion intérieure telle qu'elle existait avant l'avènement de l'automobilisme se présentait généralement sous la forme d'une lourde machine à gaz à un cylindre, développant comparativement peu de force et assujettie au plancher d'un atelier ou d'une salle de machines au moyen d'une fondation massive en béton, la machine entière pesant avec sa fondation plusieurs tonnes pour une force utile de peut-être 10 chevaux-vapeur.

Quel changement avec les moteurs d'automobile! — Les conditions de travail sont très différentes. La machine elle-même doit être construite aussi légèrement que possible et n'a plus besoin de fondation solide, elle est soutenue par un cadre mobile de bas en haut et de haut en bas et dans un état de vibration continue plus ou moins grande.

Les premières courses sur routes faites sur le continent constituèrent une expérience d'une valeur incontestable pour les constructeurs d'automobiles qui virent alors que le problème principal à étudier dans cette voie était la mise du moteur et de l'appareil de transmission à l'abri des vibrations et des chocs causés par la route.

La découverte des bandages pneumatiques, substitués aux bandages métalliques ou en caoutchouc plein, facilita grandement la question, mais, comme la vitesse des voitures automobiles croissait en même temps que s'accomplissaient ce progrès et d'autres encore, l'attention des ingénieurs automobilistes ne cessa d'être dirigée vers cette question qui ne fut résolue que par la suspension au moyen de ressorts.

Dans les premiers temps, alors que la vitesse atteinte par les automobiles était à peine supérieure à celle des voitures à chevaux, la vibration était causée par la machine elle-même à cause du petit nombre de cylindres, du poids des parties mobiles et du manque d'équilibre convenable; en fait, un grand nombre des premières machines pour voitures routières « se brisèrent littéralement elles-mêmes, en morceaux ».

Cependant, comme avec les machines à combustion intérieure on parvint à établir un équilibre parfait, et que l'emploi des écrous de serrage et des clavettes fendues devint universel, l'ennui provenant de la simple vibration fut grandement diminué, mais les chocs causés par la route occasionnèrent des ruptures plus sérieuses à mesure que la vitesse s'accrut.

Le mode de suspension appliqué aux autos modernes, — les longs ressorts reposant en grande partie sur la roue, l'emploi d'un ressort transversal ou « trois quarts elliptique » en plus des ressorts ordinaires placés à l'arrière et les divers amortisseurs, — est aussi parfait que possible, étant données les chaussées actuelles. Les constructeurs d'automobiles ne peuvent faire davantage; c'est au constructeur de routes qu'il appartient de réaliser des progrès permettant d'accroître la durée de la voiture et le confort des voyageurs.

La qualité des ressorts des automobiles n'est rien comparée à ce qu'il serait possible d'obtenir avec des chaussées améliorées partout.

Actuellement les cadres, les axes et autres parties essentielles doivent être construits beaucoup plus solidement pour résister aux efforts qu'elles subissent qu'il ne serait véritablement nécessaire.

Les chocs auxquels sont soumises les diverses parties d'une automobile lancée à vive allure sur une chaussée peu entretenue sont très sérieux et par suite affectent les organes de la machine de toutes sortes de façons, en augmentant l'usure des supports de la machine et de la transmission, — particulièrement les supports de l'axe arrière dans les voitures sans chaîne, — en causant une usure excessive des accouplements universels des arbres moteurs, des clavettes et des pivots, des tiges pour rayons et autres, accouplements des ressorts, clavettes de direction, etc. Le martel-

lement constant fait aussi que les axes deviennent graduellement plus fragiles, de sorte qu'il faut les établir plus solidement qu'il ne serait nécessaire sur une surface parfaitement unie.

Avec des routes parfaites, non seulement les voitures pourraient être beaucoup plus légères mais particulièrement les organes placés entre les ressorts et la chaussée, c'est-à-dire les roues, les axes, l'engrenage de direction, etc. Si leur poids était diminué, ces organes suivraient plus rapidement, plus exactement, les moindres dépressions, tandis qu'actuellement leur inertie est telle qu'en vitesse ils n'ont pas le temps de suivre ces dépressions et le résultat est qu'ils épousent les mouvements verticaux des ressorts sans relation avec les inégalités de la chaussée; les amortisseurs de chocs doivent aussi être construits en vue de résister aux rebondissements excessifs des ressorts.

Si on réduisait le poids de la voiture, ce qu'on pourrait faire avec des routes unies, on pourrait employer des ressorts beaucoup plus sensibles, ce qui procurerait aux voyageurs plus de confort et de luxe et augmenterait la durée de la voiture et du mécanisme.

Tandis que nous traitons la question des chocs occasionnés par la route, il nous faut appeler l'attention sur les cahots très sérieux et absolument inutiles que causent aux autos et à leurs occupants, marchant à vive allure, les emplois partiels mal effectués; ces chocs pourraient être considérablement réduits en disposant les raccordements diagonalement au lieu de les disposer à angle droit par rapport à la route. De cette façon, les cahots se produiraient pour chaque roue successivement et séparément au lieu de se produire simultanément pour les deux roues de front et ensuite pour les deux roues d'arrière.

Entre autres considérations importantes relativement à la nature de la chaussée, nous dirons un mot de l'adhérence à la chaussée des bandages pneumatiques. Certains matériaux tels que l'oolithe et diverses substances calcaires qui, à l'état sec, fournissent une chaussée excellente mais deviennent très glissants par les temps humides, devraient, au point de vue de l'automobilisme, être rejetés si possible ou mélangés à des matériaux plus rugueux. Sans parler du danger que cela présente, une voiture puissante roulant longtemps sur une chaussée très glissante subit dans son différentiel une usure et une détérioration excessives.

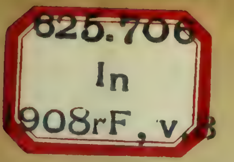
Une autre question, qui ajoute encore à l'importance des recherches en vue de la suppression de la poussière sur les routes, est l'usure et la détérioration très notables causées au mécanisme des automobiles par le grès, le sable et en définitive les particules de pierres que soulèvent à leur passage les automobiles roulant rapidement.

Une dernière question est celle qui a trait à l'action des diverses sortes de chaussées sur la durée des bandages. Cette question est si connue qu'il n'y a pas lieu d'y insister, il est cependant un point important qu'il faut signaler, c'est qu'avec l'usage sans cesse croissant des voitures automo-

biles on peut espérer qu'il ne s'écoulera pas longtemps avant que devienne général l'établissement de banquettes sur toutes les grandes voies dans les courbes et les angles. Outre qu'on réduirait ainsi considérablement les dangers que présentent certains points de grand'routes, on amoindrirait notablement l'usure et la détérioration à la fois des bandages et des coussinets des roues et des axes.

(Trad. Cozic.)

62 545. — Imprimerie Lahure, rue de Fleurus, 9, à Paris.



86

I. INTERNATIONALER STRASSENKONGRESS
PARIS 1908

7te FRAGE

STRASSENSIGNALE

KILOMETRISCHE STRASSEN-ABMARKUNGEN, ANGABEN VON RICHTUNG, ENTFERNUNG, HÖHE HINDERNISSE — GEFÄHRLICHE STELLEN

BERICHT

VON

H. CASSINONE
Grosserherzogt. Baurat zu Karlsruhe.

PARIS
IMPRIMERIE GÉNÉRALE LAHURE
9, RUE DE FLEURUS, 9

1908

STRASSENSIGNALE

KILOMETRISCHE STRASSEN-ABMARKUNGEN ANGABEN VON RICHTUNG, ENTFERNUNG, HÖHE HINDERNISSE — GEFÄHRLICHE STELLEN

BERICHT

VON

H. CASSINONE

Grossherzogt. Baurat zu Karlsruhe.

Der Kraftwagen ist heutzutage nicht mehr allein Luxus und Sportfahrzeug, er dient jetzt schon in ausgedehntem Masse dem allgemeinen Reiseverkehr und seine Verwendung zu diesem Zwecke wird nur zunehmen. Damit gewinnt die Landstrasse, auf welcher nach Einführung der Eisenbahn der durchgehende Verkehr zurückgetreten ist, erneute Bedeutung. Neben den zunächst Anwohnenden, welche mit den örtlichen Verhältnissen genau bekannt sind, wird die Landstrasse vielfach von fremden Reisenden befahren werden, denen eine solche Kenntnis abgeht. Für die Fremden sind die Nebenanlagen der Strasse zur Erleichterung des Verkehrs, welche den Einheimischen unwesentlich erscheinen und kaum beachtet werden, von Wichtigkeit. Man wird diesen Nebenanlagen wieder mehr Aufmerksamkeit zu widmen haben und sie werden den neuzeitigen Verkehrsverhältnissen entsprechend ausgestaltet werden müssen. Der fremde Reisende wird mit Karten versehen sein, welche ihm in den zu durchfahrenden Landstrichen den Reiseweg angeben und die zu berührenden Orte benennen. Allein bei dem gewählten Verjüngungsmasstab der Karten lassen sich die Einzelheiten über den Weg nur in beschränktem Umfang wiedergeben. Umsomehr besteht deshalb die Notwendigkeit, durch entsprechende Bezeichnungen an Ort und Stelle die

Angaben der Karte zur Erkennung zu bringen und durch weitere aufgestellte Zeichen zu vervollständigen. Solche Hilfsmittel sollten überall und so zahlreich vorhanden sein, dass der Leiter eines Gefährtes enthoben ist, sich über seinen Reiseweg bei Ortsansässigen durch mündliche Rückfrage zu verlässigen, die oft recht lästig empfunden wird und häufig überhaupt nicht beantwortet werden kann. Die aufzustellenden Zeichen müssen zweckentsprechend und praktisch sein. Sie müssen genügend in die Augen fallen und deutliche, leichtleserliche und verständliche Aufschriften führen. Sie sollen aber auch eine gefällige Form erhalten, damit sie im Hinblick auf ihre Umgebung nicht unschön wirken, und wenigstens für grössere Landschaftsgebiete möglichst gleichartig ausgestaltet sein.

An jedem Wegzug, der einigermassen von Bedeutung für den durchgehenden Reiseverkehr ist, sollten die nachstehenden Nebenanlagen vorhanden sein .

1. *Ortstafeln*

An den Eingängen in die Ortschaften sollten Tafeln angetroffen werden, welche den Namen des Ortes und des Verwaltungsbezirks tragen. In der Nähe der Landesgrenze ist eine entsprechende Kenntlichmachung der Staatszugehörigkeit etwa durch ein Farbband in den Landesfarben nicht unangebracht. Solche Ortstafeln würden dem Fremden an Hand seiner Wegkarte bei Ankunft in einem Orte wünschenswerten Aufschluss geben und das erreichte Ziel feststellen.

2. *Ortsentfernungssteine*

Damit der Reisende stets einen Überblick über die noch zu bewältigenden und bereits zurückgelegten Entfernungen behält, sollten zwischen den einzelnen Ortschaften auf der freien Strecke Abteilungssteine vorhanden sein. Die Abteilungssteine sind mit Entfernungsangaben nach den nächsten grösseren Orten zu versehen. Deren Zweckmässigkeit weiss jeder Reisende zu würdigen. Ein Bedürfnis dafür bestand schon seit alter Zeit; das beweisen die Hermen der Griechen, die lapides milliares und Leugensäulen der Römer. Die den gleichen Zwecken dienenden Postsäulen und Meilensteine, die im 17 und 18 Jahrhundert allgemein an allen Post und Hauptverkehrsstrassen vorhanden waren, sind inzwischen bis auf vereinzelte Stücke verschwunden. Sie haben Abteilungszeichen Platz gemacht, welche wohl zur Erleichterung des technischen Unterhaltungsbetriebs der Strasse dienen, jedoch keinerlei Bequemlichkeit für den Reiseverkehr bieten, da sie der Bevölkerung meist unverständlich bleiben werden. An Stelle der vielgestalteten früheren ortsüblichen Weglängenmasse ist zwar auf diesen Abteilungssteinen durchweg die metrische Einteilung getreten. Allein die niederen, unscheinbaren Steine und Pfähle, welche häufig in dem dichten Graswuchs des Strassenbankettes verschwinden, sind mit ihren Zahlenaufschriften für

den Uneingeweihten unverständlich, da ihm die Kenntnis abgeht, an welchem Nullpunkt mit der Zählung begonnen, in welcher Richtung und wie weit sie fortgesetzt wurde. Die kilometrische Versteinung der Strassen und Wege wäre daher in einer für die Allgemeinheit nützlichen Weise auszugestalten. Es sollten zu diesem Zwecke etwa nach dem Muster Zeichnung 1 der Anlage, kräftige, nicht zu niedere, einfach behauene Steine am Rand der Strasse winkelrecht zur Verkehrsrichtung in Abständen von einem Kilometer aufgestellt werden. An den Breitseiten der Steine, welche beim Befahren der Strasse schon von weitem in die Augen fallen, ist die Aufschrift des Ortsnamens mit der Entfernung dorthin anzubringen. Diese Angabe wird gemacht für den nächsten in der Fahrrichtung zu erreichenden bedeutenderen Ort. Nötigen Falls kann, besonders in der Nähe des Abganges einer Hauptstrasse, die Anbringung dieser Angaben für einen zweiten Ort erwünscht sein. Die Schrift tritt deutlicher hervor, wenn sich dunkle Buchstaben von einer hellen Grundfläche abheben. An der Stirnseite des Steines kann die Kilometerbezeichnung des bisherigen Abteilungssteines der Strasse vermerkt werden.

3. *Wegweiser*

An den Abzweigungs — oder Kreuzungspunkten zweier jeder Zeit fahrbaren und dementsprechend imstandgehaltenen Strassen- und Wegzüge, woselbst für den Ortsfremden Zweifel über die Verkehrsrichtung entstehen können, ist die Aufstellung von Wegweisern geboten. Diese sollen an Hauptstrassen Angaben über die Richtung und Entfernung nach dem nächsten Marktflecken oder der nächsten Stadt, bei Seitenwegen nach der nächstgelegenen Ortschaft enthalten. An den mit Armen versehenen Wegweiserstöcken ist die Richtung ohne weiteres erkenntlich gemacht. Bei einer anderweitigen Aufschriftsanordnung auf einer Tafel, einer Steinfläche u. drgl. ist das Anbringen eines Richtungspfeiles unter der Ortsaufschrift geboten. Für die Wegweiser werden Schrifttafeln aus emaillirtem Eisenblech empfohlen, welche den Witterungseinflüssen sehr gut widerstehen und deren haltbare Schrift auch in der Dämmerung gut leserlich bleibt. Die Wegweiser sind aber nicht nur auf der freien Strecke ein Bedürfnis, sie können zur Erleichterung des Verkehrs innerhalb der Ortschaften und Städte, woselbst sie jetzt in der Regel zu fehlen pflegen, für den Ortsunkundigen nicht entbehrt werden. An allen Abgängen von Seitenstrassen sind die Verkehrsrichtungen der Hauptstrasse kenntlich zu machen und besonders bei starken Krümmungen und Richtungsänderungen der Hauptstrasse selbst Zeigetafeln mit entsprechenden Aufschriften anzubringen. Auf diese Weise lässt sich die vom Durchgangsverkehr und von den Kraftwagen zu benützende Ortsdurchfahrt kennzeichnen.

Die vorgenannten Nebenanlagen sind wenigstens an den Hauptverkehrsstrassen der meisten Länder mehr oder weniger ausgebildet, jetzt bereits

vorhanden. Wenn sie aber ihren Zweck erfüllen sollen, so müssen sie durchweg planmässig und lückenlos durchgeführt und auf alle wichtigeren Nebenverbindungswege ausgedehnt werden. Ein Glied, das in der Kette der aufeinanderfolgenden Zeichen fehlt, kann zu Unzuträglichkeiten führen und zu Irrfahrten Veranlassung geben. Zu den Ländern, in welchen diese Nebenanlagen an den Staatsstrassen und wichtigen Gemeindewegen (Oberamtsstrassen) jetzt schon recht sorgfältig durchgebildet sind, gehört das Königreich Württemberg.

4. *Verbot und Warnungstafeln*

Neben den vorerwähnten Bezeichnungen, welche allgemein dem gesamten Fuhr- und Fussgängerverkehr zu gut kommen, erfordern die Eigentümlichkeiten des Kraftwagenverkehrs selbst die Aufstellung weiterer ausschliesslich für ihn bestimmter Zeichen. Einmal sind polizeiliche Bestimmungen ergangen, welche das Befahren einzelner Strassen überhaupt verbieten oder bei deren Benützung die hierbei einzuhaltende Geschwindigkeit regeln. Dann sollen die Kraftwagenführer zum gefahrlosen Befahren der Strassen und Wege auf im Strassenzuge vorhandene Hindernisse und gefährliche Stellen aufmerksam gemacht werden, wie scharfe Curven, enge Strecken, schroffe Steigen, Querschlagrinnen u. s. w. Es wird Aufgabe der Strassenbauverwaltungen sein, durch Verbesserungen an dem Strassenzuge den Anforderungen des neuen Verkehrsmittels gerecht zu werden und solche Hindernisse allmählig fortschreitend zu beseitigen, soweit es im Bereich der Möglichkeit liegt. Die Aufstellung der Verbotstafeln fällt den polizeilichen Verwaltungsbehörden zu. Das Anbringen von Warnungszeichen ist von den beteiligten Verbänden der Kraftwagenfahrer in die Hand zu nehmen. Dabei soll betont werden, dass es nicht angezeigt ist, zuviele derartige Tafeln anzubringen. Dadurch wird meist das Gegenteil von dem erreicht, was beabsichtigt ist, indem die Kraftwagenfahrer leicht zu Sorglosigkeiten verleitet werden. Die Tafeln sollen nur auf besonders schwieriger Strecke als Ergänzung der ergangenen polizeilichen Fahrbestimmungen wirken und dort dem Führer die im eigenen Interesse einzuhaltenden Sicherheitsmassregeln ins Gedächtnis zurückrufen. Damit die Tafeln ihren Zweck erfüllen, muss mit der für solche Bekanntmachungen bisher üblichen Form gebrochen werden. Durch eine aufgestellte langatmige Polizeiverordnung in schwer leserlicher Schrift wäre wohl der Form genügt, der Sache aber, der gedient werden soll, würde nicht entsprochen. Es wird ein Muster zu wählen sein, welches in seiner äusseren Ausgestaltung ohne weiteres als den Kraftwagenverkehr betreffend gekennzeichnet ist. Für die Tafel wird in Vorschlag gebracht nach der Zeichnung 2 der Anlage die Grundform eines Kraftfahrzeuges zu wählen. Eine solche Tafel ist in den verschiedenen Baustoffen leicht herstellbar. Winkelrecht zur Fahrrichtung am Strassenrand aufgestellt, wird sie in die Augen fallen und Beachtung

finden. Durch die Wahl des Farbanstrichs, durch eine knappe Inschrift kann auf der Tafel ebenso leicht eine polizeiliche Bestimmung verständlich gemacht werden, wie sich auf ihr die von den Vereinigungen der Kraftwagenfahrer gewählten Zeichen für gefährliche Strassenstrecken unschwer zur Darstellung bringen lassen. Seitens der Kraftfahrervereinigungen sind für die Kennzeichnung solcher Strassenstellen zwischenvölkliche Warnungszeichen festgesetzt worden. Es wurden dafür die Zeichen der Zeichnung 3 der Anlage gewählt, welche auf gefährliche Krümmungen, Gefälle, Vertiefungen und Erhöhungen in der Strassenbahn, auf Bahnübergängen und Strassenkreuzungen hinweisen sollen. Sie bringen ausdrucksvoll das zur Darstellung, worauf sie aufmerksam machen sollen, und sind auch für den ausländischen Fahrer verständlich. Die Zeichen werden als rechteckige Tafeln mit weisser Aufzeichnung auf schwarzem Grund an einem Stock in 250 Meter Entfernung vor der gefährlichen Stelle aufgestellt. Über die zur Zeichengebung zu wählenden Farben hat man sich gleichfalls unter den Kraftwagenverbänden zwischenvölklich geeinigt. Die gelbe Farbe ist für Halt und Fahrverbot, die blaue Farbe für Vorsicht und Minderung der Geschwindigkeit gewählt worden. Es würde erwünscht sein, wenn das vorgeschlagene oder ein ähnliches, nach gleichen Grundsätzen entworfenes Muster wenigstens für grössere Landstriche angenommen werden würde.

Zum Schlusse werden die folgenden Grundsätze zusammengestellt :

1. Die zu verwendenden Zeichen müssen an in die Augen fallenden Stellen, in hinreichender Grösse winkelrecht zur Fahrrichtung aufgestellt werden. Sie sollen eine gefällige Form erhalten und mit kurzen, deutlichen, leicht verständlichen Inschriften oder Bezeichnungen versehen sein.

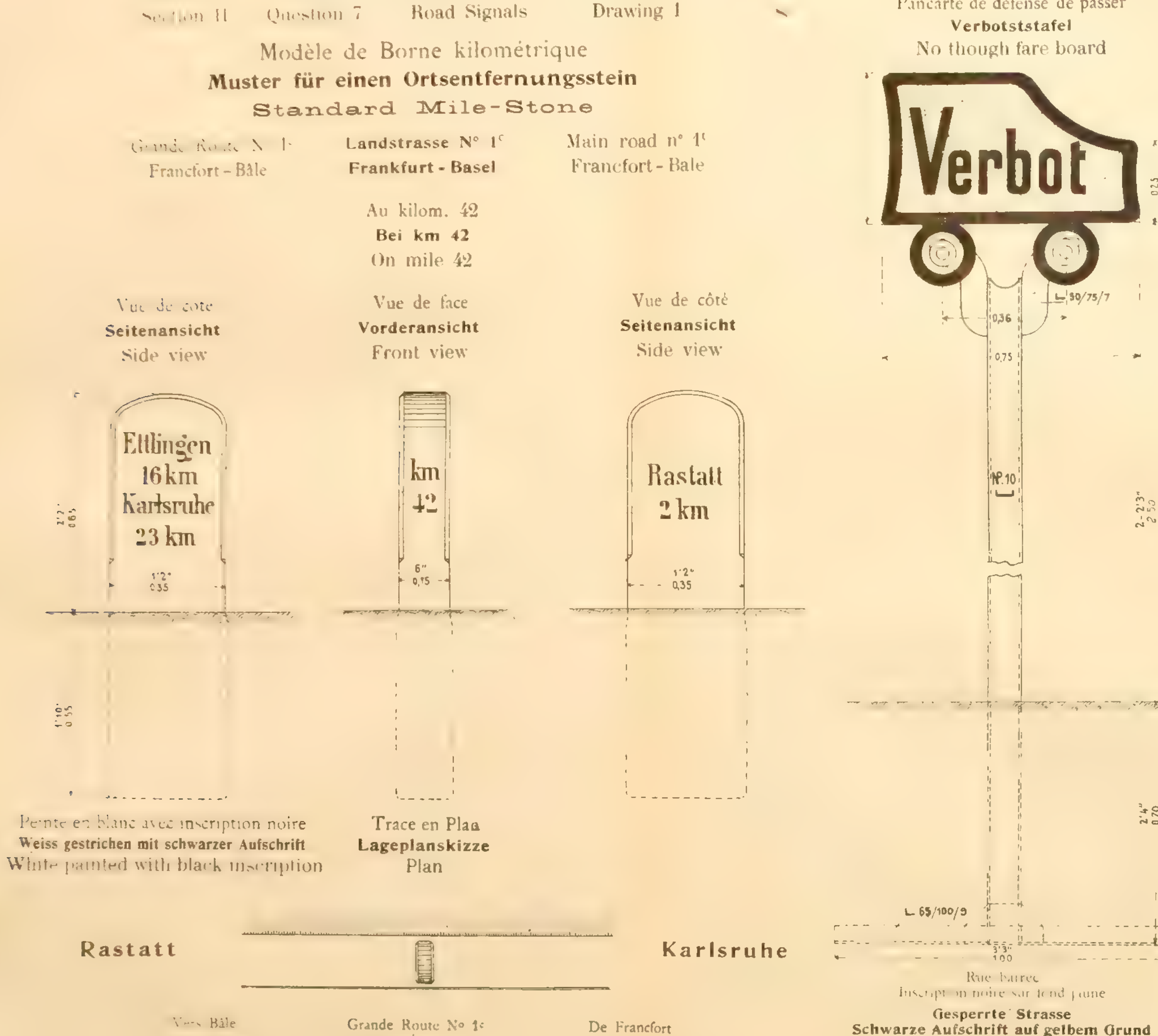
2. Die üblichen Ortsbezeichnungen und Entfernungsangaben an den Strassen durch Ortstafeln, Ortsentfernungssteine und Wegweiser sind an den Hauptstrassen zu vervollständigen, besonders auch innerhalb der Ortschaften anzubringen und auf alle für Kraftfahrzeuge benützbaren Nebenwege auszudehnen. Für Entfernungsangaben ist die kilometrische Bezeichnung zu wählen.

3. Für die Verbot- und Warnungstafeln für den Kraftwagenverkehr ist womöglich ein einheitliches Muster zu wählen. Dieses muss sich nach seiner Form von den sonst an Strassen üblichen Verbots- und Anpreisungstafeln scharf unterscheiden.

Karlsruhe, im Mai 1908.

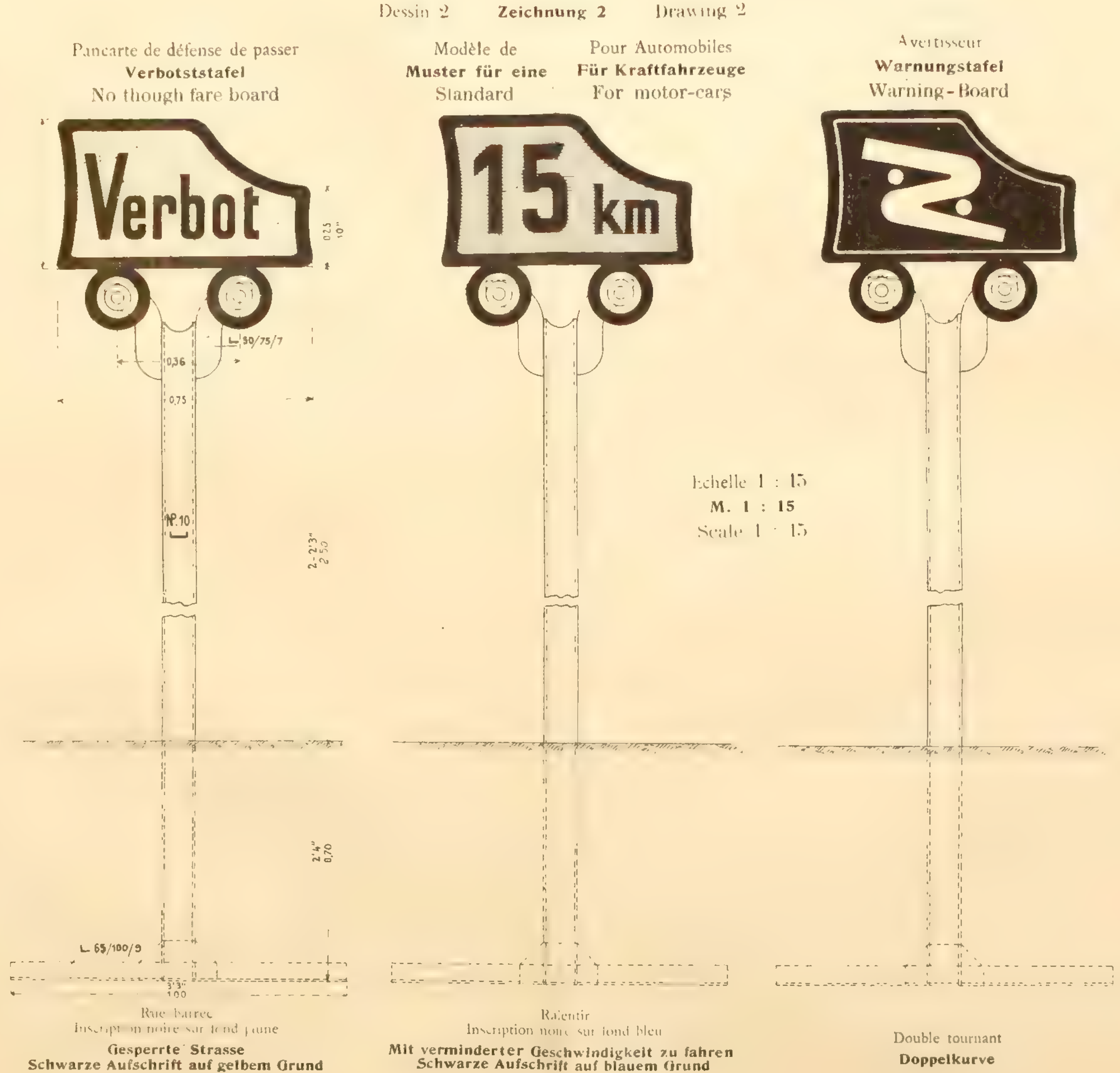
62062. — PARIS, IMPRIMERIE LAHURE
9, Rue de Fleurus, 9

IIe Section — Question 7 — Signaux de la Route — Dessin 1
Abteilung II — Frage 7 — Strassen-Signale — Zeichung 1
Section II — Question 7 — Road Signals — Drawing 1



Vers Bâle — **Nach Basel** — To Bale
Grande Route N° 1^{c} — **Landstrasse N° 1^{c}** — Main road N° 1^{c}
De Francfort — **Von Frankfurt** — From Francfort

Dessin 2 — **Zeichnung 2** — Drawing 2



Rue barrée
Inscription noire sur fond jaune
Gesperrte Strasse
Schwarze Aufschrift auf gelbem Grund
A Street blocked up
Black inscription on yellow ground

Ralentir
Inscription noire sur fond bleu
Mit vermindeter Geschwindigkeit zu fahren
Schwarze Aufschrift auf blauem Grund
Slow!
Black inscription on blue ground

Double tournant
Doppelkurve
Double curve

Dessin 3 — **Zeichnung 3** — Drawing 3

Avertisseurs internationaux adoptés par l'Union des Associations d'Automobilisme allemandes

Die von der Vereinigung der deutschen Kraftfahrverbände angenommenen zwischenvölklichen Warnungzeichen

International warning-signs adopted by the Union of the German Motoring Clubs

AUTOMOBILE-CLUB IMPÉRIAL — IMPERIAL AUTOMOBILE CLUB — AUTOMOBILE-CLUB IMPÉRIAL



1. Tournant dangereux à gauche
1. **Gefährliche Linkskurve**
1. Dangerous curve on the left

2. Tournant dangereux à droite
2. **Gefährliche Rechtskurve**
2. Dangerous curve on the right

AUTOMOBILE-CLUB IMPÉRIAL — IMPERIAL AUTOMOBILE CLUB — AUTOMOBILE-CLUB IMPÉRIAL



3. Passage à niveau
3. **Bahn-Ubergang**
3. Crossing

4. Carrefour
4. **Strassenkreuzung**
4. Cross-road

AUTOMOBILE-CLUB IMPÉRIAL — IMPERIAL AUTOMOBILE CLUB — AUTOMOBILE-CLUB IMPÉRIAL



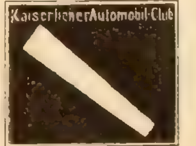


5. Cassis ou creux
5. **Wasserrinne oder Vertiefung**
5. Cross-Kennel or Depression

6. Bosse
6. **Höcker**
6. Knoll

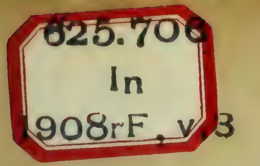
AUTOMOBILE-CLUB IMPÉRIAL — IMPERIAL AUTOMOBILE CLUB — AUTOMOBILE-CLUB IMPÉRIAL





7. Double tournant
7. **Doppelkurve**
7. Double curve

8. Pente raide.
8. **Steiles Gefälle**
8. Bad gradient.



Ier CONGRES INTERNATIONAL DE LA ROUTE
PARIS 1908

7e QUESTION

SIGNAUX DE LA ROUTE

RAPPORT

PAR

M. J. HANSEZ

Président de la Commission du Tourisme de l'Automobile Club de Belgique.

PARIS
IMPRIMERIE GÉNÉRALE LAHURE
9, RUE DE FLEURUS, 9

1908

SIGNAUX DE LA ROUTE

RAPPORT

PAR

M. J. HANSEZ

Président de la Commission du Tourisme de l'Automobile Club de Belgique.

BORNAGE KILOMÉTRIQUE

La question du bornage des routes est restée jusqu'à présent en Belgique au dernier plan. Nous avons encore ces cylindres en pierre sur lesquels on lit plus ou moins bien un numéro qui, la plupart du temps, ne nous apprend absolument rien.

Les pays voisins sont beaucoup plus avancés à ce point de vue, notamment la France et l'Allemagne.

Pourtant les routes de certaines provinces belges et notamment celles du Luxembourg présentent un type de borne facile à lire et dont je voudrais voir l'adoption se généraliser de préférence à tous autres.

La borne en question est à deux pans coupés, portant sur chacun des pans le nom de la ville la plus proche *où l'on va*, de façon telle que les indications se lisent dans le sens de la marche sans qu'il soit nécessaire de se retourner. Sur les bornes de la province de Luxembourg le principe de la borne à pans coupés existe, mais comme ces bornes ont été placées avant l'arrivée des véhicules rapides, les noms sont inscrits vers les localités d'où l'on vient.

Sur la face parallèle à la route s'inscrit le numéro de la borne suivant le principe que j'indiquerai plus tard et les noms des grands centres reliés par la route, par exemple : Bruxelles-Ostende. La face postérieure serait conservée pour les inscriptions utiles aux agents de l'administration des Ponts et Chaussées.

Les inscriptions doivent, pour bien faire, être gravées dans la pierre et

peintes en noir. D'aucuns conseillent de peindre la borne en blanc et de faire les inscriptions en caractères noirs. Les défenseurs de ce système invoquent un argument qui n'est pas sans valeur, à savoir que les bornes sont plus visibles. S'il n'y a aucun inconvénient à peindre complètement la borne, il est toutefois nécessaire de graver les inscriptions dans la pierre, afin d'éviter dans la mesure du possible que les intempéries et les passants ne viennent les détruire ou les rendre plus ou moins illisibles.

Le principe même du bornage actuel, en Belgique, est défectueux, en ce sens qu'il ne se fait que du chef-lieu jusqu'à la limite de la province, de sorte qu'il arrive souvent qu'après avoir lu 35, on lise quelques minutes après 101, par exemple, comme sur la route de Liége à Sedan. Le voyageur, qui ne regarde évidemment pas toutes les bornes, n'est plus à même de se renseigner sur la distance parcourue et à parcourir.

Il semble préférable d'adopter le kilométrage de la capitale jusqu'à la frontière du pays, jusqu'au bureau de la douane où l'on s'arrête forcément et où des poteaux indiquant les renseignements nécessaires pour gagner la capitale devraient être placés. Pour les routes ne passant pas par la capitale du pays, le bornage se fera de la ville principale jusqu'au point terminus, sans distinction de province, et, au départ, il y aura toujours un poteau indicateur sur lequel on pourra lire la distance qui sépare ce point initial (borne 0) du point d'arrivée de façon qu'à chaque instant, sur la route, en lisant le kilométrage sur la borne, on puisse se rendre compte non seulement du chemin parcouru, mais du chemin qui reste à parcourir jusqu'à la ville ou jusqu'à la bifurcation avec une autre route.

INDICATION DE DIRECTION, DE DISTANCE, D'ALTITUDE

Il est un point sur lequel nous devons être tous d'accord, c'est la nécessité d'arriver à ce qu'un modèle de poteau indicateur unique soit adopté par les différents pays. Je crois devoir conseiller les poteaux dont les bras soient fixés assez solidement pour qu'il soit impossible au passant espiègle de modifier leur sens à sa fantaisie.

Auquel d'entre nous n'est-il pas arrivé de constater qu'un poteau indiquait Bruxelles dans la direction de Liége et Liége dans la direction de Bruxelles? Il y a donc urgence à empêcher que ces petites farces puissent être pratiquées trop facilement, au grand détriment du touriste.

Si cet inconvénient se produit quelquefois, s'il arrive qu'un poteau donne une indication erronée, il en est d'autres qui n'indiquent rien, et le cas se présente parfois à cinq ou six reprises successives, ce qui prive le voyageur de tout renseignement.

Il serait donc utile et même nécessaire, que les indications soient en relief venues de fonte avec la plaque, avec le bras du poteau, et pour plus de facilité peintes en noir alors que le reste serait en fond gris ou blanc.

Pour les indications à inscrire, il y a également plusieurs observations à présenter. Les indications doivent être nombreuses mais cependant fort lisibles.

La première ligne, comprenant les caractères les plus forts, devrait indiquer la distance jusqu'à la plus grande ville la plus prochaine; la seconde, le nom du chef-lieu de canton le plus proche, enfin la troisième, la localité la plus voisine. Pour les trois inscriptions, il serait bon de faire la première lettre du nom plus grande, plus visible, de façon à arriver par exemple à des inscriptions de ce genre sur un poteau qui se trouverait un peu après Namur dans la direction de Bruxelles :

Bruxelles	40	kilomètres.
Wavre	14	—
Nil Saint-Vincent	4	—
Altitude		mètres 148.

L'indication d'altitude ne doit pas être à la ligne avec les autres, mais plus vers le coin de droite, de façon à n'être pas confondue avec les distances, ce qui augmentera la facilité de lecture. On pourrait peut-être même adopter pour les indications d'altitude une couleur rouge.

Dans notre pays, le nombre de poteaux indicateurs est absolument insuffisant et nous devons demander que ces accessoires indispensables de la route soient multipliés en Belgique comme ils l'ont été en France depuis quelques années. Toute bifurcation doit être pourvue d'un poteau indicateur.

OBSTACLES

Jusqu'à présent, je ne crois pas que les administrations publiques se soient préoccupées d'indiquer aux voyageurs les obstacles qui pullulent le long de nos grand'routes. Elles ont abandonné ce soin aux clubs automobiles ou cyclistes. Il en est résulté une variété de signaux assez gênante pour ceux qui voyagent beaucoup, qui font du grand tourisme.

L'Association générale automobile de France a adopté un alphabet fort bien conçu, mais qui présente l'inconvénient d'être un peu compliqué. L'Association internationale des sociétés cyclistes a mis en pratique un autre alphabet, plus simple évidemment, mais dont certaines indications, la flèche verticale par exemple (pied à terre), restent incompréhensibles pour les automobilistes.

J'en reviens à la proposition que j'ai présentée au premier Congrès international du tourisme tenu à Paris en 1905 où je préconisais le signe unique.

Dès qu'on aperçoit un poteau de danger avant même d'avoir pu lire ce qu'il indique, on ralentit parce qu'on sait qu'il y a un obstacle. On pourrait contenter ceux qui tiennent absolument à plusieurs signes en faisant choix, comme type unique, d'un disque entouré de l'inscription du Club qui l'a placé, et sans inscription lorsque ce sera de l'État; on adopterait universellement des couleurs différentes pour les différents obstacles.

Par exemple :

Disque rouge = passage à niveau.
Disque blanc = virage brusque.
Disque noir = caniveau ou dos d'âne, etc.

Les principaux avantages de ce système, c'est d'obtenir un prix de revient considérablement moins élevé, chose importante, tant que les gouvernements n'auront pas pris la bonne habitude de faire eux-mêmes leur besogne à ce point de vue, et de présenter une grande facilité au point de vue placement, suppression des erreurs, etc.

Certains obstacles doivent être spécialement signalés, tels que le passage à niveau et le pont tournant, celui-ci heureusement beaucoup moins fréquent. Jusqu'à présent ces deux obstacles ne sont pas indiqués aux touristes d'une manière spéciale, mais il semble qu'en raison de la gravité particulière qu'il y a à les ignorer et des conséquences fatales qui résultent du fait qu'un chauffeur vient donner sur une barrière fermée, ou passe lorsque le pont est ouvert, il vous paraîtra utile d'entreprendre une campagne énergique chacun dans vos pays respectifs et d'émettre ici le vœu de voir les administrations compétentes munir les approches des passages à niveau et des ponts tournants d'avertisseurs lumineux pendant la nuit.

D'autre part j'espère que nous aurons émis un vœu en faveur de la suppression des passages à niveau lors de la discussion du quatrième point de notre ordre du jour : la route future.

INSCRIPTIONS AUX POINTS D'ENTRÉE ET DE SORTIE DES AGGLOMÉRATIONS

Dans plusieurs pays tels que la France, l'Allemagne, les touristes peuvent facilement se rendre compte des agglomérations qu'ils traversent.

La lecture de la carte est beaucoup plus facile lorsqu'on peut immédiatement voir où l'on est. Le congrès de la route ferait œuvre sage en émettant le vœu de voir les gouvernements qui ne l'ont pas encore fait s'occuper de cette question et en les invitant à placer ou à faire placer par les administrations communales des plaques aux entrées et sorties des agglomérations. Ces plaques indiqueraient le nom de la localité, le département ou la province et les principales distances des chefs-lieux ou localités mportantes les plus proches dans les deux sens; les plaques en fonte

devraient porter ces inscriptions en relief, c'est-à-dire en caractères venus de fonte et peints de la même manière que celles des poteaux indicateurs, c'est-à-dire inscriptions en noir sur fond gris.

Il est à remarquer que l'apposition de ces plaques indicatrices dans tout un pays où il n'y en a pas entraînerait une dépense assez élevée pour le gouvernement. Il y aurait peut-être moyen de faire placer ces plaques par les administrations communales. On objectera que le gouvernement n'a pas le droit d'imposer ce travail et cette dépense aux communes.

Nous ferons remarquer que la dépense sera très minime pour chaque commune, et que le gouvernement peut peser sur les administrations communales lorsque des subsides lui sont demandés par elles, ce qui arrive constamment.

CONCLUSIONS

I. Il y a eu lieu de généraliser pour le kilométrage des routes l'emploi des bornes à deux pans coupés portant, sur chacun des pans, l'indication de la ville la plus proche où l'on va.

Sur la face parallèle à la route : le numéro, le chiffre kilométrique depuis la capitale ou le point de départ de la route.

II. Les inscriptions doivent être taillées dans la pierre, puis peintes.

III. Le kilométrage doit se faire à partir de la ville la plus importante jusqu'à la frontière du pays, ou jusqu'au point terminus de la route.

IV. Il y a lieu de placer, à côté des bureaux de douane, situés sur des routes de grande communication, des plaques indiquant la direction extrême de la route, et les grandes villes qu'elle traverse, avec les distances.

V. Les poteaux indicateurs doivent être construits de telle façon que les bras ne puissent tourner.

Les inscriptions doivent être en relief.

Les caractères des noms des villes de différentes dimensions suivant l'importance de celles-ci, le nom de la principale au-dessus.

Les lettres peintes en noir sur fond gris. L'indication de l'altitude peinte en rouge et placée à droite.

VI. Les signaux d'obstacle seront unifiés, au moyen d'un disque peint de différentes couleurs suivant l'obstacle qu'il signalerait. Le nombre des couleurs limité à 3 ou 4 est adopté universellement par tous les pays.

Les administrations publiques seront invitées à placer elles-mêmes les poteaux d'obstacles.

VII. Les passages à niveau et les ponts tournants seront pourvus de signaux lumineux pendant la nuit.

VIII. Les gouvernements de tous les pays devraient apposer ou faire apposer des plaques aux entrées et aux sorties des agglomérations.

Bruxelles, le 30 Mai 1908.

SCHLUSSSÄTZE

I. Bei der Strassenversteinung sollte die Verwendung von Steinen mit zwei abgeschnittenen Ecken, deren jedes die Angabe der nächstliegenden Stadt trägt, verallgemeinert worden.

Auf der Vorderfläche gegen die Strasse zu sollen die Nummer und Kilometerzahl der Entfernung von der Hauptstadt oder dem Abgangspunkt der Strasse ab zu stehen kommen.

II. Die Aufschriften sollen in den Stein gehauen und färbig angestrichen sein.

III. Die Versteinung soll von der bedeutendsten Stadt ab bis zur Landesgrenze oder bis zum Endpunkte der Strasse erfolgen.

IV. Neben den auf grösseren Verkehrstrassen vorhandenen Zollämtern sollen Tafeln mit Angabe der Enddirektion der Strasse, der von derselben durchgeschnittenen Grossstädte und der Entfernungen dorthin aufgestellt werden.

V. Die Wegweiser sind so herzurichten, dass die Umbeweglichkeit der Arme gesichert ist.

Die Aufschriften sollen hervorstehen; die Grösse der Buchstaben der Städtenamen soll zur Bedeutung der Städte im Verhältnis und der Name der Hauptstadt zu oberst stehen.

Die Buchstaben sollen auf grauem Grund schwarz und die Angabe der Höhe rot angestrichen und rechts angebracht werden.

VI. Die Hindernissignale sind in einheitlicher Weise mittels einer in verschiedenen Farben angestrichenen Scheibe je nach Angabe des Hindernisses aufzufassen. Eine auf 3 oder 4 beschränkte Farbenzahl sollte überall adoptiert werden.

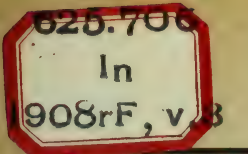
Es ist Sache der Regierungen selbst, die Hinderniswеiser aufstellen zu lassen.

VII. Die Eisenbahnübergänge und Drehbrücken sollen mit Lichtsignalen bei Nacht versehen werden.

VIII. Die Regierungen aller Länder sollten an den Ein- und Ausgängen der Städte und Marktflecken zweckmässige Tafeln aufstellen oder aufstellen lassen.

(Übersetz. Blaevoet.)

62042. — PARIS, IMPRIMERIE LAHURE
9, rue de Fleurus, 9



Ier CONGRÈS INTERNATIONAL DE LA ROUTE
PARIS 1908

7e QUESTION

SIGNAUX DE LA ROUTE

INDICATEURS DE DIRECTION DE DISTANCE ET D'ALTITUDE

RAPPORT

PRÉSENTÉ PAR

M. Jacques BALLIF
Chef du Secrétariat du Président du Touring-Club de France.

PARIS
IMPRIMERIE GÉNÉRALE LAHURE
9, RUE DE FLEURUS, 9
—
1908

SIGNAUX DE LA ROUTE

INDICATEURS DE DIRECTION, DE DISTANCE ET D'ALTITUDE

RAPPORT

PRÉSENTÉ PAR

M. Jacques BALLIF

Chef du Secrétariat du Président du Touring-Club de France.

INTRODUCTION

Lorsque la route est enfin créée, tout n'est pas fini; il convient, alors, de songer à fournir au voyageur les indications qui lui permettront de suivre cette route en toute sécurité et facilité.

Il ne suffit point, en effet, de signaler à l'usager de la route les dangers qu'il peut y rencontrer, nombre d'autres indications méritent de lui être fournies et ne peuvent l'être que par les soins de ces Associations dont le rôle devient plus important de jour en jour. Nous ne pouvons, nous autres touristes, prétendre à connaître tous les lieux, toutes les distances, toutes les altitudes, tous les sentiers; à ne rien ignorer des villes; à savoir nous diriger vers tous les points du territoire par les chemins les plus propices, les plus directs ou les plus pittoresques. Mais, ce que nous pouvons ignorer sans honte, encore qu'il nous faille l'apprendre, à l'occasion, les Associations qui le savent, nous l'enseignent au fur et à mesure de nos besoins, en faisant de nos routes, par les indications qu'elles ne cessent d'y placer, les sommaires qui nous guident dans la lecture trop rapide toujours, que nous faisons de cet admirable livre : la *Terre Française*.

Entre toutes les Associations qui s'imposèrent cette mission, à la fois protectrice et éducatrice, de guider le touriste, qu'il nous soit permis, sans fausse modestie, de marquer la place du *Touring-Club de France*. Ses indications routières, au nombre de plus de 23000, couvrent aujourd'hui notre pays tout entier, de la plaine à la montagne. Elles s'adressent à toutes les catégories de voyageurs, depuis le piéton satisfait de son « cinq

à l'heure » jusqu'au chauffeur que le « cinquante » de moyenne n'effraie pas... quand il le fait — ce qui n'arrive pas aussi souvent qu'on le dit.

La question dont on nous a fait l'honneur de nous confier l'examen nous est donc familière. Précisément à cause de cela même, est-elle assez délicate à traiter puisqu'elle nous oblige à parler de nos propres œuvres.

Nous comptons sur la brièveté voulue de ce rapport pour nous le faire pardonner et nous valoir la bienveillante indulgence du Congrès.

Tout d'abord, les signaux de la route sont à diviser en deux grandes familles : les *indicateurs* et les *avertisseurs*.

I. — INDICATEURS

Les premiers poteaux indicateurs furent ceux qui signalaient les points où l'on pouvait trouver des chevaux de renfort et où leur emploi était nécessaire. Ce sont, aujourd'hui, ces indications, jadis les plus fréquentes, qui sont devenues les moins nombreuses, la bicyclette, cheval-homme, l'automobile, cheval-essence, la locomotive, cheval-vapeur, tendant, de plus en plus, à remplacer le cheval-quadrupède.

Lorsque l'Administration des Ponts et Chaussées commença de devenir l'organisme perfectionné que nous connaissons tous, elle commença aussi, en bonne maîtresse de maison, à mettre de l'ordre dans ses armoires, — je veux dire dans ses registres. Elle y coucha les routes créées, sous la désignation de leur nature et le numéro d'ordre qui leur était assigné; ces inscriptions furent reportées sur des plaques indicatrices où l'on mentionna accessoirement des indications de direction pour les quelques personnes étrangères à la région qui s'aventuraient alors sur les routes.

Aux principaux croisements de routes, à l'entrée et à la sortie des agglomérations, elle fit poser ces plaques, suffisantes en ces temps où le voyageur d'affaires connaissait à peu près les pays qu'il parcourait et où le touriste était une espèce d'homme autant dire inconnue.

Un peu plus tard, la plus vieille de nos associations touristiques, et celle qui a donné aux autres tant de bons exemples, le Club Alpin Français, prit l'initiative de faire placer, en pays de montagne, des indications locales et des tracés d'itinéraires en couleurs.

Puis la bicyclette vint. Avec son apparition, l'intérêt que présentait déjà a question ne fit que s'accroître, comme s'accroissait le nombre de ceux qui utilisaient, et de plus en plus, la grande route pour leur plaisir. En même temps, la bicyclette par sa vitesse plus grande, qui permit de rayonner sur des étendues de pays de plus en plus considérables, obligeait à prévoir des indications plus variées et plus complètes, non seulement au

point de vue de la conformation matérielle de la route, mais aussi quant aux précisions géographiques, aux directions générales et particulières, et à tout ce qui, dans la nature, fait plus particulièrement l'objet du tourisme.

Tout aux débuts du mouvement cycliste, ce fut l'Union Vélocipédique de France qui s'inquiéta de jalonner quelques routes très fréquentées et de fournir aux routiers des indications sommaires.

Le Touring-Club prit la question de plus haut et s'imposa de la résoudre dans un esprit plus général et, par conséquent, plus fécond en résultats utiles. Ce fut lui qui, selon un plan méthodiquement suivi, répandit sur notre territoire qu'ils couvrent aujourd'hui, des poteaux indicateurs de tout ce qu'il était nécessaire d'indiquer au touriste, au voyageur, pour lui rendre la route plus facile, partant plus agréable, et lui donner ainsi le goût de recommencer au plus vite et souvent ce voyage dont on avait tant peur autrefois.

Les poteaux indicateurs posés par les soins du Touring-Club peuvent se diviser en deux groupes :

1° Poteaux de Jalonnement et de Direction;

2° Poteaux d'intérêt exclusivement touristique, indiquant les sentiers en montagne, les sites, les ruines pittoresques, points de vue, altitudes, etc.

1° Poteaux de jalonnement.

Les poteaux de jalonnement sont placés sur les routes nationales et sur celles-ci seulement, soit à leurs croisements avec d'autres voies de communication, soit dans les agglomérations qu'elles traversent.

Ils comportent les noms des grandes villes terminus qui servent à désigner la route : Paris-Le Havre, Paris-Marseille, Paris-Nantes, avec les distances à ces villes du point où le poteau est posé, les noms et les distances des deux villes d'une certaine importance, les plus immédiatement voisines et dans lesquelles on est certain de trouver à se loger et à se ravitailler.

Ces poteaux sont placés soit à l'intérieur, soit en dehors des agglomérations; dans le premier cas, la plaque porte au centre le nom de l'agglomération.

Ils répondent à un besoin des locomotions nouvelles qui franchissent de longues étapes en suivant de préférence les grandes voies de communication.

Les plaques administratives portent uniquement la mention « Route Nationale n° tant ». Cette indication, suffisante, sans doute, pour les services administratifs, l'est infiniment moins pour le public qui ignore le numéro de la route qu'il veut suivre. Au croisement de deux routes nationales, son embarras ne fait que croître avec le nombre des numéros. Enfin, ces plaques mentionnent les noms des localités les plus proches, sans

s'inquiéter de leur importance et là encore ne rendent au public qu'un assez médiocre service.

C'est afin de parer à cet inconvénient que les plaques de jalonnement mentionnent les noms des villes les plus voisines où l'on est certain de trouver, avec le gîte convenable, le ravitaillement nécessaire.

Les figures 1 et 2 ci-dessous correspondent aux deux types des plaques de jalonnement, l'un pour la route, l'autre pour une localité.



Fig. 1.

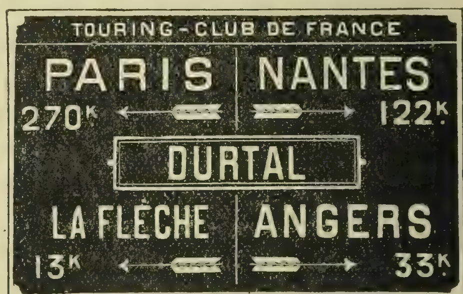


Fig. 2.

Soit, par exemple, un voyageur suivant la route de Paris-Nantes. Les poteaux de l'Administration portent seulement : Route Nationale n° 23. Suffisante pour les services administratifs, cette indication ne l'est pas pour le voyageur. Le poteau du Touring-Club lui indique qu'il est bien sur la route de Nantes, qu'il est arrivé à Durtal, que ce lieu est situé à 270 kilomètres de Paris et à 122 de Nantes, et que la Flèche est à 13 kilomètres dans un sens, tandis que dans l'autre, Angers est à 33 kilomètres. Il saura, ainsi, quelles sont sur sa route les villes les plus voisines où il lui sera facile de se ravitailler facilement ou de séjourner.

Ainsi les poteaux de jalonnement placés en pleine route, renseignent le touriste depuis le départ jusqu'à l'arrivée, et les plaques indicatrices fixées aux endroits les plus visibles dans les agglomérations lui permettent de poursuivre son chemin sans être obligé d'interroger les passants et sans craindre de commettre une erreur de direction.

Actuellement, 24 routes nationales sont jalonnées de cette façon :

Paris-Dieppe. — Paris-Granville. — Paris-Cherbourg. — Paris-Brest. — Paris-Bayonne. — Paris-Toulouse. — Paris-Marseille. — Paris-Belfort. — Paris-Nantes. — Paris-Le Havre. — Paris-Antibes. — Paris-Metz. — Paris-Strasbourg. — Paris-Perpignan. — Perpignan-Bayonne. — Marseille-Nice. — Lyon-Chambéry-Grenoble. — Caen-Lamballe. — Paris-Barèges. — Lyon-Toulouse. — Bordeaux-Saint-Malo. — Bordeaux-Rouen. — Lyon-Béziers. — Lyon-Bordeaux.

Le jalonnement de ces routes a nécessité la pose de plus de 2000 poteaux lesquels représentent une dépense qui approche de 70 000 francs.

Cette opération de longue haleine est continuée régulièrement au moyen du crédit spécial qui lui est affecté chaque année.

Poteaux de direction.

Ils ont été établis dans le même esprit que les poteaux de jalonnement : Suppression des mentions administratives telles que : « Chemin de Grande Communication n° tant » qui tiennent la place de mentions utiles au public et ne le renseignent en aucune façon ; indication des localités d'une certaine importance de préférence aux agglomérations sans intérêt.

Le Touring-Club a fait placer, tant sur les routes nationales que sur les chemins du Service Vicinal, 8000 de ces poteaux représentant une dépense globale de 240 000 francs.

2° Poteaux indicateurs d'intérêt purement touristique.

Nous plaçons ici sous les yeux des Membres du Congrès quelques spécimens des plaques posées par le Touring-Club dans cet ordre d'idées.

Poteaux en Forêts et en Montagne. — Il n'est pas aisé, en général, de se diriger parmi les chemins et sentiers des forêts. C'est pourquoi jusqu'à présent les excursions en forêts étaient presque toujours limitées aux abords même du massif et leurs beautés les plus parfaites restaient à peu près complètement ignorées.

Pour remédier à cette lacune le Touring-Club a fait poser des poteaux indicateurs à l'origine des routes forestières et des sentiers, aux carrefours et aux ronds-points. Grâce à ces indications, le touriste n'a aucune hésitation sur la direction à suivre, soit pour prolonger son excursion vers des endroits qu'il n'eût jamais pu visiter sans être escorté d'un guide, soit pour se rendre dans les localités voisines.

Actuellement, 600 poteaux ont été posés dans les Forêts de Fontainebleau, de Marly, de Compiègne, de Roumare, de Lente, du Vercors, de l'Estérel et dans celles qui dépendent des Conservations de Gap, Mâcon, Valence, Vesoul, etc.

De ce chef, la dépense assumée jusqu'à ce jour par le Touring-Club se monte à 18 000 francs.

C'est dans cette même pensée que le Touring-Club a fait établir des poteaux en montagne. Placés aux origines et le long des sentiers, aux croisements de chemins, aux cols, ces poteaux rendent d'utiles services aux touristes ; il y est fait mention, autant que possible, de l'altitude.

Poteaux indicateurs de Sites. — Ces poteaux ont été placés pour signaler les chemins ou sentiers menant à des sites pittoresques ou à des curiosités locales, dans le voisinage desquels on pourrait passer sans en soupçonner l'existence (fig. 3 et 4).

800 poteaux de ce genre, représentant une dépense globale de 24 000 francs, ont été posés.



Fig. 3.



Fig. 4.

Poteaux indicateurs de Trottoirs cyclables, de Bureaux de Douane, de Postes de Secours. — Si, tout particulièrement pour les cyclistes, le Touring-Club a fait dresser les poteaux indicateurs de trottoirs cyclables



Fig. 5.

dont il provoqua et poursuit encore la création partout où elle est nécessaire, pour eux aussi, mais surtout pour les automobilistes, il a créé le poteau indicateur du Bureau de Douane.

Les Bureaux de Douane sont, en effet, très souvent situés assez loin de la frontière, et, la plupart du temps, rien ne les signale d'une façon suffisante. Les cyclistes et les automobilistes passent auprès sans même les apercevoir et arrivés à la frontière où veille le douanier incorruptible, il ne leur reste plus qu'à revenir sur leurs pas pour faire plomber leur bicyclette ou viser leur passavant descriptif. C'est afin de leur éviter cet ennui que le Touring-Club a fait placer à deux cents mètres de chaque bureau de douane-frontière un poteau portant la mention :

ATTENTION!... DOUANE.

Dans ces mêmes bureaux de douane, ainsi que dans nombre de Postes Forestiers, chez les gardes-barrières de passage à niveau fréquentés, et d'une façon générale à tous les postes éloignés de tout secours, le Touring-Club a installé un dépôt de médicaments pour pansements d'urgence et d'outils pour réparations sommaires.

Ces postes, au nombre de près de 500, sont signalés par une plaque dont ci-dessous spécimen.



Fig. 6.

II. — AVERTISSEURS

Ces poteaux ont pour but de prévenir le touriste soit contre les dangers que provoquent une condition particulière de la route ou la présence d'un obstacle possible, soit contre un état momentanément défectueux du chemin, soit enfin contre le désir de marcher à une allure qui l'exposerait à cette fâcheuse contravention dont on ne peut pas dire qu'elle est suspendue sur nos têtes puisqu'elle est toujours en train de tomber sur quelqu'un d'entre nous.

Ce sont là les signaux avertisseurs proprement dits. Ci-dessous des spécimens de ces divers avis.



Fig. 7.



Fig. 8.



Fig. 9.



Fig. 10.

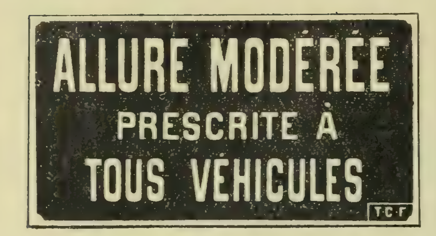


Fig. 11.



Fig. 12.

De ces divers avis, le plus répandu de beaucoup est la plaque portant le mot : « Ralentir ». Ce seul mot, compris de tous, éveille l'attention, le but est atteint! Il semble que ce soit le type auquel il faille s'arrêter. Nous mentionnons au-dessous la longueur et la déclivité de la descente, indications utiles à tous.

A diverses reprises on a mis en avant et préconisé des systèmes de signes conventionnels créés de toutes pièces. Ces signes prétendent à cet avantage, qu'on ne saurait leur contester, de pouvoir plus facilement constituer un langage universel.

On pourrait cependant dire que les touristes étrangers au pays dans lequel ils circulent pour un temps, sont, la plupart du moins, d'une classe et d'une éducation telles qu'ils pourraient comprendre, aussi facilement que des signes, le ou les mots inscrits sur les plaques.

D'autre part, ces systèmes, tout ingénieux qu'ils soient, ont le tort grave, à nos yeux, d'être des systèmes, c'est-à-dire des conceptions particulières dont les initiés seuls ont la clé.

Or, sur la route, il faut être compris de tous et *de suite* et cela est d'autant plus nécessaire que le mode de locomotion est plus rapide.

Tout le monde comprendra de suite le mot « Ralentir », il peut n'en pas être de même d'un signe conventionnel.

En tout cas, signes ou mots doivent être simplifiés et réduits au moindre nombre possible[1].

RÉSUMÉ

Nous pensons qu'en ce qui concerne les plaques indicatrices de direction, il y aurait intérêt pour le public à ce que les plaques placées par les soins des administrations publiques (Ponts et Chaussées et Service vicinal) cessent de mentionner la nature de la voie et le numéro sous

1. La Ligue internationale des Associations touristes a, dans son dixième Congrès tenu en juillet dernier à Stockholm, émis le même avis. Revenant sur ses décisions antérieures, qui adoptaient une série de signes conventionnels d'obstacles, elle n'en a admis plus qu'un seul, constitué par un mot et une flèche.

lequel elle est répertoriée, mentions dénuées d'utilité pour le public et qui nuisent à la lisibilité des plaques.

Nous avons l'honneur de soumettre, en conséquence, au Congrès, le projet de vœu ci-dessous :

« *Le Congrès :*

« *Considérant que la plupart du temps les plaques indicatrices de direction, posées par les soins de l'administration, font mention d'indications d'ordre administratif dont l'intérêt est pour ainsi dire nul pour le public et qui occupent la place d'inscriptions qui lui seraient utiles* ;

« *Émet le vœu :*

« *Que soient supprimées sur les plaques indicatrices toutes mentions autres que celles qui sont directement utiles au public.* »

En ce qui concerne les *Avertisseurs*, il nous paraît désirable d'en réduire le nombre à la limite la plus stricte et nous avons l'honneur de proposer au Congrès d'émettre à ce sujet le vœu suivant :

« *Le Congrès* :

« *Émet le vœu que les signes avertisseurs (signaux conventionnels ou avis en langue vulgaire) soient très lisibles, d'une compréhension aisée et en nombre des plus réduits.* »

NOTES ANNEXES

NATURE ET PRIX DES PLAQUES ET POTEAUX

Il paraîtra peut-être intéressant aux membres du Congrès de posséder quelques renseignements sur la nature même des plaques et poteaux et leurs prix.

L'administration a, depuis longtemps, adopté les poteaux en fonte et les plaques en fonte ou en lave émaillée.

Ces matières sont solides et durables. Cependant, les plaques en fonte ont l'inconvénient de se briser facilement et une stupide malveillance ne s'en fait pas faute. Il est des régions où les plaques sont brisées systématiquement.

D'autre part, les inscriptions ne sont lisibles qu'assez difficilement ; lorsqu'elles sont effacées les cantonniers les barbouillent d'un bleu ou d'un blanc uniforme et il faut pour les lire s'arrêter et regarder d'assez près.

Quant aux poteaux, ils sont lourds et d'un transport onéreux, et, par surcroît, d'un prix élevé.

L'insuffisance de la lisibilité des plaques, d'une part, la cherté, d'autre part, des plaques et des poteaux nous ont conduits à chercher une autre solution.

Plaques.

Il est incontestable qu'avant tout une plaque indicatrice doit être facilement lisible, et cette condition de la lisibilité devient d'autant plus importante que les modes de locomotion rapide se répandent davantage.

Il est évident, d'autre part, que meilleur marché elles seront, plus considérable sera le nombre qu'avec le même crédit on pourra placer pour le plus grand profit de la circulation.

Après divers essais, notre choix s'est fixé, pour les plaques, sur la tôle galvanisée, peinte et vernie au four, pour les poteaux, sur le fer à T et à double T.

La tôle employée est de 2 millimètres d'épaisseur, — force nécessaire pour résister à la violence du vent en certains points. — Comme le roseau de la fable : Cette substance plie et ne rompt pas, très grande supériorité sur la lave ou la fonte ; elle est sensiblement plus légère aussi et fatigue moins le poteau.

La peinture de l'inscription faite à la main permet de varier les caractères, ce qui importe dans nombre de cas à la netteté de l'inscription.

Le vernissage assure une conservation parfaite pendant plusieurs années.

Les couleurs adoptées, après de nombreux tâtonnements, sont : lettres *blanches* sur fond *bleu sombre*.

La lisibilité en est parfaite et la durée des inscriptions sensiblement plus longue qu'avec les autres couleurs lesquelles, comme le rouge notamment, s'effacent assez rapidement.

Deux dimensions : 70 × 38 et 80 × 50.

Poteaux.

Les poteaux sont en fer à simple T lorsqu'ils portent une plaque, à double T lorsqu'ils en portent deux.

Dimensions : profil des poteaux à simple T.	100 × 60
— — à double T.	120 × 58
longueur.	3 m. 50

Avec un enfoncement de 0 m. 75 dans le sol, leur solidité est parfaite.

Leur poids, sensiblement moindre que celui des poteaux en fonte, ne dépasse pas 40 kilogs.

Ils reçoivent une couche de minium et deux couches de peinture blanche.

Prix.

Les prix des plaques et poteaux adoptés par l'Administration varient dans de notables proportions selon les départements.

Les plaques murales coûtent 8, 10 et 15 francs;

Les poteaux à une plaque 40 et 50 francs;

Les poteaux à deux plaques 48, 57, 85 et jusqu'à 110 francs.

Les plaques du *Touring-Club* reviennent à 8 francs, le poteau à une plaque à 20 fr. 55 et le poteau à deux plaques à 30 fr. 10.

Ces prix ont été obtenus par fournitures de 2 000 poteaux et de 10 000 plaques.

Frappés de ces différences de prix, nombre de départements et de villes qui ne peuvent faire des commandes aussi importantes que le *Touring-Club* et obtenir des prix semblables, se sont adressés à nous et nous leur avons procuré les poteaux et plaques aux prix que nous les payons.

C'est ainsi que nous avons, à l'heure actuelle, fait délivrer plus de 5 000 poteaux à des départements et à des municipalités.

Il y a grand intérêt, pour le développement et la commodité de la circulation, à ce que toutes nos routes soient pourvues largement de poteaux indicateurs et pour cela que des modèles moins coûteux que ceux jusqu'ici en usage, et en même temps portant des indications *plus lisibles*, soient adoptés.

Les plaques et poteaux dont nous venons de donner la description pourraient, pensons-nous, rendre dans cet ordre d'idées, d'utiles services.

Nous joignons ici un dessin représentant un poteau à deux plaques (voir page 14) et un tableau, par départements, des poteaux placés par le *Touring-Club* au 17 avril 1908.

TOURING-CLUB DE FRANCE

État des Poteaux posés au 17 avril 1908.

DÉPARTEMENTS	POTEAUX PLACÉS PAR LE T. C. F.		POTEAUX FOURNIS AUX DÉPARTEMENTS ET AUX MUNICIPALITÉS
	POTEAUX AVERTISSEURS	POTEAUX DE SITES	
Ain	183	19	114
Aisne	213	27	39
Allier	232	16	30
Basses-Alpes	50	»	40
Hautes-Alpes	112	»	50
Alpes-Maritimes	148	»	69
Ardèche	179	»	43
Ardennes	376	21	8
Ariège	57	2	3
Aube	52	1	»
Aude	151	36	109
Aveyron	124	37	147
Bouches-du-Rhône	90	1	4
Calvados	444	16	36
Cantal	139	107	»
Charente	70	15	9
Charente-Inférieure	118	3	433
Cher	112	»	5
Corrèze	60	16	»
Corse	143	»	50
Côte-d'Or	105	4	20
Côtes-du-Nord	190	60	174
Creuse	100	»	15
Dordogne	111	27	29
Doubs	143	65	73
Drôme	141	33	12
Eure	306	12	27
Eure-et-Loir	113	»	46
Finistère	177	5	16
Gard	145	2	12
Haute-Garonne	85	»	12
Gers	41	1	»
Gironde	207	1	6
Hérault	144	29	5
Ille-et-Vilaine	186	3	14
Indre	84	37	6
Indre-et-Loire	140	10	45
Isère	244	2	43
Jura	142	18	194
Landes	21	»	1
Loir-et-Cher	98	»	234
Loire	154	2	45
Haute-Loire	72	»	2
Loire-Inférieure	205	»	17
Loiret	169	4	8
Lot	63	15	100
Lot-et-Garonne	96	»	7
Lozère	163	7	»
Maine-et-Loire	261	»	357
A reporter	7.159	654	2.709

DÉPARTEMENTS	POTEAUX PLACÉS PAR LE T. C. F. — POTEAUX AVERTISSEURS	POTEAUX DE SITES	POTEAUX FOURNIS AUX DÉPARTEMENTS ET AUX MUNICIPALITÉS
Report	7.159	654	2.709
Manche.	255	8	85
Marne	148	5	77
Haute-Marne	174	»	7
Mayenne	211	»	12
Meurthe-et-Moselle. . . .	148	»	7
Meuse	199	»	28
Morbihan.	126	81	20
Nièvre	112	»	26
Nord.	129	»	18
Oise	260	95	42
Orne.	289	5	5
Pas-de-Calais	194	»	12
Puy-de-Dôme	147	46	20
Basses-Pyrénées.	154	10	150
Hautes-Pyrénées.	48	»	10
Pyrénées-Orientales . . .	69	2	3
Rhône	143	»	13
Haute-Saône	223	52	15
Saône-et-Loire.	150	»	56
Sarthe	193	»	18
Savoie	137	91	38
Haute-Savoie	203	202	130
Seine	197	»	35
Seine-Inférieure.	452	2	47
Seine-et-Marne	241	11	151
Seine-et-Oise	657	1	69
Deux-Sèvres.	39	69	221
Somme.	148	2	3
Tarn.	114	»	14
Tarn-et-Garonne.	44	11	8
Var	148	75	77
Vaucluse	60	4	9
Vendée.	129	»	6
Vienne.	84	»	697
Haute-Vienne	62	»	58
Vosges	134	13	43
Yonne	181	15	8
Algérie (Tunisie).	212	»	14
TOTAUX	13.774	1.454	4.961

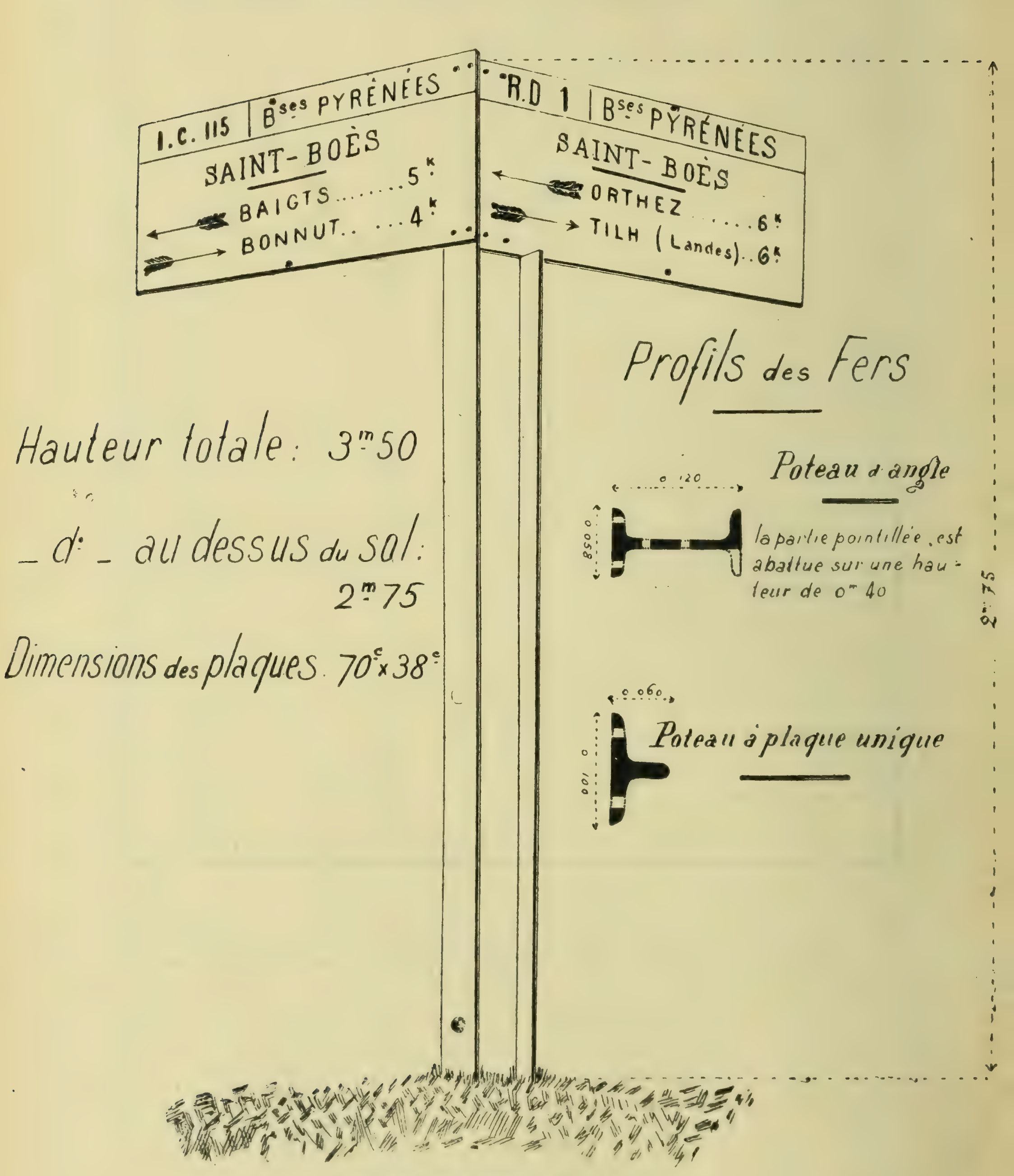
Il y a lieu d'ajouter environ 8000 poteaux de jalonnement et de direction placés par les soins du Touring-Club sur les routes nationales et chemins vicinaux, soit au total :

Poteaux avertisseurs	13.773
Poteaux de sites	1.454
Poteaux fournis.	4.961
Poteaux de direction	8.000
TOTAL GÉNÉRAL.	28.118

TOURING-CLUB DE FRANCE

Reconnu d'Utilité Publique par Décret du 30 Novembre 1907

Siège social : 65, Avenue de la Grande-Armée — PARIS



SPÉCIMEN DES POTEAUX INDICATEURS

SCHLUSSSÄTZE

Wir sind der Ansicht, was die Richtungstafeln betrifft, dass es im Interesse des Publikums wäre, auf den durch die öffentlichen Verwaltungen (Brücken- und Strassenwesen, Vicinalwegeamt) aufgestellten Tafeln die Art und die Klassifizierungsnummer nicht mehr erscheinen lassen, weil solche Angaben für das Publikum von keinem Werte sind und der Leserlichkeit der Tafeln eher schaden.

Wir beehren uns daher nachstehenden Antrag und Wunsch dem Kongresse zu unterbreiten :

Der Kongress :

« In Anbetracht dessen, dass die durch die Verwaltung aufgestellten Richtungstafeln meistens mit Verwaltungsangaben versehen sind, welche so zu sagen für das Publikum gar kein Interesse bieten und eher den Platz von anderen nützlichen Aufschriften einnehmen;

« Äussert den Wunsch :

« Es sollten alle Angaben, welche dem Publikum nicht geradezu dienen können, von den Wegweisern entfernt werden. »

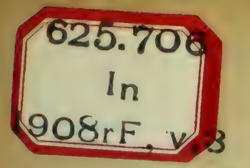
Was die *Warnungstafeln* anbelangt, erscheint es uns wünschenswert, deren Zahl so sehr als möglich zu beschränken und beehren uns demnach, dem Kongresse folgenden Wunsch zu beantragen :

« Der Kongress :

« Äussert den Wunsch, es möchten die Warnungszeichen (conventionelle Signale oder Warnungen in den üblichen Volksausdrücken) sehr sichtbar, leicht verständlich und möglichst dünn gesäet sein. »

(Übersetz. Blaevoet.)

61 983. — PARIS, IMPRIMERIE LAHURE
9, rue de Fleurus, 9



Ier CONGRÈS INTERNATIONAL DE LA ROUTE
PARIS 1908

7e QUESTION

L'UNIFICATION
DU
BORNAGE KILOMÉTRIQUE

RAPPORT

PAR

M. EDMOND CHAIX
Président de la Commission de Tourisme de l'Automobile Club de France.

PARIS
IMPRIMERIE GÉNÉRALE LAHURE
9, RUE DE FLEURUS, 9
—
1908

L'UNIFICATION
DU BORNAGE KILOMÉTRIQUE

RAPPORT

PAR

M. EDMOND CHAIX

Président de la Commission de Tourisme de l'Automobile de France.

L'essor de la voie ferrée fit perdre à la route, il y a une cinquantaine d'années environ, la majeure partie de son importance. Les grandes artères de l'ancienne circulation se trouvèrent peu à peu privées de leur vitalité et la valeur des services rendus diminua de jour en jour, la route française fut alors plongée dans la léthargie.

Le réveil fut brutal, l'automobile avec son développement vertigineux vint ranimer dans ses organes engourdis une vie intense et la bonne vieille route française, qui s'était laissée aller, dans sa quiétude provinciale, à une douce somnolence, se réveilla en sursaut au milieu d'une fièvre imprévue; son organisme affaibli ne put résister à ce nouveau régime, en quelques années elle dépérit et il fallut lui chercher des reconstituants pour empêcher une catastrophe.

Nous n'avons pas à nous occuper ici de son organisme mais simplement d'une question accessoire qui cependant peut, par son intérêt, être d'une grande influence sur son rajeunissement et sur son attrait. Il ne suffit pas, en effet, d'être simplement une sérieuse et solide gaillarde, il faut aussi ne pas oublier un brin de coquetterie et savoir habilement parer une belle santé.

C'est la raison pour laquelle nous voyons indiquées, à côté des questions qui touchent à la constitution même de la route, celles qui traitent de son aménagement et je dirai même de son « ameublement »; il faut reconnaître d'ailleurs que le style du second empire ne peut plus convenir à notre xxe siècle.

Les points de vue qui intéressent d'abord le plus vivement les usagers de la route, à notre époque où elle est très employée pour les longs parcours sont, sans contredit, ceux de l'indication des grandes directions et du calcul des distances à parcourir.

C'est à ces besoins primordiaux que nous voudrions voir appliquer, d'une manière aussi pratique que claire, le bornage kilométrique de nos routes.

L'établissement de bornes destinées à mesurer les distances remonte à l'antiquité; en France on retrouve encore dans certaines provinces des traces éparses et d'ailleurs peu nombreuses de ces anciennes limitations. A vrai dire, jusqu'à la première moitié du XIXe siècle, ce travail fut laissé à l'initiative des ingénieurs et aucun plan d'ensemble n'avait été élaboré, aussi la plus grande diversité régnait-elle dans les dispositions prises.

Ce fut en 1853 que, sur une circulaire de M. Magne, Ministre des travaux publics, une première tentative fut faite pour unifier le bornage kilométrique et encore cette tentative ne pouvait-elle être que bien platonique, puisqu'il était spécifié, par mesure de précaution ou par crainte d'un bouleversement trop profond, que les indications contenues dans cette circulaire ne devraient être appliquées « que là seulement où il y aurait de nouvelles bornes à établir et que partout où le bornage était complètement fait, il devait être maintenu tel quel ». Cette disposition, au lieu d'établir l'uniformité désirée, consacrait donc le maintien de la diversité constatée et ne prescrivait de nouvelles dispositions que pour les travaux à entreprendre dans l'avenir.

Il faut reconnaître d'ailleurs qu'à cette époque, l'unification du bornage kilométrique ne présentait pas un intérêt de premier ordre puisque la route n'était plus employée que pour des parcours de distances relativement minimes et par des usagers qui, empruntant presque toujours les mêmes parcours, la connaissaient en général dans ses plus petits détails. Il n'en est plus de même à l'heure actuelle; l'automobile, par la sécurité et la rapidité de sa marche, par la liberté qu'elle donne à tout déplacement, vient de permettre les parcours à longue distance et d'une durée illimitée avec toutes les conditions de confort, d'agrément et d'utilité pratique; dans ces conditions, l'organisation du bornage kilométrique doit être étudiée dans un esprit absolument nouveau, répondant à des besoins qui viennent de se créer et qui iront chaque jour en se développant.

Il faut envisager la question sous plusieurs aspects :

1° L'intérêt administratif;

2° L'intérêt de la circulation;

et en tirer les conclusions de détail qui nous permettront de répondre aussi complètement que possible aux désirs de chacun.

La circulaire de 1853 nous dit que « le bornage donne aux ingénieurs les moyens de préciser les détails du service, tels que les ordres aux conducteurs, piqueurs et cantonniers, les états d'indication pour la distri-

bution des matériaux, les renseignements statistiques; en un mot, il permet d'obtenir une surveillance exacte de toutes les parties des chaussées et de leurs dépendances ».

C'est là, sans discussion, le but principalement poursuivi : le bornage kilométrique a été établi par l'Administration pour son service personnel et cela ressort d'ailleurs très nettement des dispositions et des inscriptions actuellement portées sur nos bornes kilométriques.

La circulaire dit ensuite : « Le bornage doit *en outre* donner aux voyageurs des renseignements sur leur marche à suivre et sur les distances qu'ils parcourent entre les villes traversées par la route; c'est surtout pour parvenir à ce dernier résultat que le besoin d'uniformité se fait le plus vivement sentir ». Voilà qui ne laisse aucun doute sur les intentions administratives et qui nous démontre clairement que les indications de distance, données aux voyageurs, ne sont qu'une question accessoire et en quelque sorte une gracieuseté de la part de l'Administration.

Le rôle ancien de la borne kilométrique étant ainsi bien nettement défini, il pourrait être intéressant d'étudier quelles devraient être ses fonctions futures. D'abord, il est bien entendu que ses fonctions administratives, indiquées dans la circulaire ministérielle, doivent rester ce qu'elles étaient précédemment, quitte même à les augmenter si besoin est. Il serait bon ensuite d'admettre que dans l'avenir les fonctions de la borne kilométrique relatives à la circulation pourront prendre une sensible extension, car il devient évident qu'elles doivent être pour le voyageur le fil d'Ariane ininterrompu sur lequel il doit pouvoir compter à tout instant et dont les services ne lui feront défaut en aucun cas. Rien d'ailleurs ne me semble plus facile. Si nous étudions les besoins actuels, nous constatons que la rapidité de déplacement permet maintenant aux usagers des routes d'employer, dans la même journée, et souvent dans des espaces de temps relativement très courts, le territoire de plusieurs départements; nous constatons également que cette même rapidité de déplacement permettant de couvrir de grandes distances, il importe que les indications fournies s'appliquent à la longueur de ces distances; nous devons penser aussi aux usagers des routes qui usent de véhicules moins rapides et fournir en même temps que les indications de grandes distances, les renseignements concernant les localités les plus voisines. Or, l'état actuel de la question ne répond pas à ce nouvel état de choses.

La conception réellement pratique d'une organisation de circulation et de tourisme doit être basée bien plus sur le point de vue géographique que sur l'arbitraire des divisions administratives. Or le bornage kilométrique est actuellement établi par département et trop souvent, malheureusement, sans qu'aucun lien ne rattache un département à ceux qui l'environnent.

Le numérotage kilométrique ne comporte en général aucune suite de

ville à ville lorsqu'il y a changement de département; il est établi quelquefois sur la distance de Paris, quelquefois sur la distance du chef-lieu, très souvent sur la limite du département. Cette division excessive des indications, l'absence totale de lien entre les diverses zones départementales ne permettent que bien rarement à un touriste de calculer facilement les distances qu'il a à parcourir d'un grand centre à un autre grand centre. Il est fort rare, d'ailleurs, que, sur les grandes artères de rayonnement, il puisse se rendre compte de la distance de Paris; par contre, l'indication soit d'une localité d'infime importance, soit d'une limite départementale, est souvent portée sur les bornes kilométriques, sans pouvoir lui être d'une véritable utilité.

Nous pensons donc qu'il y aurait un grand intérêt à ce que les inscriptions portées sur les bornes kilométriques fussent tracées d'après un plan général et d'ensemble pour tout le territoire français et indépendant des divisions administratives; nous estimons également qu'il serait très utile que ces inscriptions fussent établies sur un modèle uniforme et d'après des données toujours équivalentes en distances et en direction.

La manière dont le travail doit être compris peut donner lieu à diverses interprétations, mais je puis déclarer ici que les besoins actuels de la circulation routière se résument actuellement à l'indication de la courte distance pour les usagers des routes et à celle de grand centre à grand centre pour les automobilistes. Une troisième indication s'imposera pour les routes rayonnant directement autour de Paris vers les grandes villes de France. Ces routes, en nombre relativement minime, une dizaine environ, devront porter sur leurs bornes kilométriques l'inscription de la distance de Paris à la grande ville qu'elles desservent et dont la situation permet de faire une étape pratique.

Sur ces bases, nous avons cru pouvoir établir un important travail relatif aux routes nationales de France; nous le soumettons en toute sincérité à l'Administration supérieure en la priant de vouloir bien lui accorder son plus bienveillant examen.

Après avoir envisagé les conditions d'ensemble dans lesquelles nous serions désireux de voir modifier le système actuel, il nous faut étudier les dispositions nouvelles qui vont être exigées par l'application de ce système à la borne kilométrique elle-même. La circulaire de 1855, qui reste toujours en vigueur, fixe la forme des bornes d'une manière très précise par des dessins cotés; cette forme, d'ailleurs, répond très bien aux besoins mentionnés dans la circulaire et, étant donné l'esprit dans lequel elle a été conçue, la place des inscriptions ne prête à aucune critique.

De l'enquête à laquelle je me suis livré, il résulte que cette borne est employée actuellement sur la majorité des routes; il y a cependant un assez grand nombre de départements qui ont cherché de nouvelles dispositions mieux appropriées aux besoins des voyageurs et certains résultats

obtenus sont véritablement intéressants. Les formes cubique, cylindrique, triangulaire, prismatique et tronconique ont été employées et nous avons pu comparer ainsi leurs avantages et leurs inconvénients.

Dans la conception actuelle de la borne kilométrique, il faut penser à la fois à trois points de vue :

1° Le nombre des inscriptions à y porter;

2° L'emplacement à donner à chacune d'elles;

3° La lisibilité de chacune de ces inscriptions.

I. — NOMBRE DES INSCRIPTIONS

Les inscriptions exigées sont nombreuses puisqu'elles comportent à la fois celles de l'Administration et celles de la circulation; le modèle de 1853 ne répond plus à nos besoins.

II. — EMPLACEMENT DES INSCRIPTIONS

Il est hors de doute qu'actuellement l'inscription la plus intéressante, celle qui doit être consultée par le plus grand nombre de personnes, celle qui doit être lue par les gens qui ne la connaissent pas à l'avance, est l'inscription de la circulation; elle doit donc être indiscutablement placée face à la route de manière à être consultée rapidement, sans arrêt.

III. — LISIBILITÉ DES INSCRIPTIONS

La vitesse employée maintenant par les véhicules mécaniques, oblige les conducteurs et touristes à lire rapidement les indications qui leur sont fournies, il importe donc que l'inscription soit placée de telle sorte qu'elle se présente normalement à l'œil et dans une direction telle qu'elle soit autant que possible lisible la nuit à la lumière des phares; il faut enfin que les caractères de cette inscription soient aussi gros et aussi nets que possible.

Pour répondre à ces diverses exigences, nous avons pensé que la forme la plus pratique, permettant de disposer les inscriptions de la manière la plus convenable et la plus visible, était la forme triangulaire, le sommet du triangle étant placé face à la route. Deux des faces de la borne se trouvent ainsi placées en oblique vers le voyageur et par conséquent dans le meilleur sens pour la vision des inscriptions; la troisième face est opposée à la route. Afin d'éviter la fragilité des angles de la borne triangulaire, nous pensons qu'ils pourraient être abattus de manière à fournir un léger pan coupé, moins fragile et pouvant recevoir, au besoin, quelques

indications. L'adoption de la disposition en triangle permet de donner des surfaces importantes aux emplacements destinés à recevoir les inscriptions. L'épaisseur des bornes actuelles sur laquelle se trouvent inscrites les directions est de 0 m. 25 en moyenne, la forme triangulaire permettrait d'arriver à 0 m. 45 pour ces faces; les caractères pourraient être alors bien plus nets.

Les inscriptions seraient ainsi disposées : sur la partie non visible de la route, c'est-à-dire faisant face au fossé, seraient portées toutes les inscriptions administratives concernant les ingénieurs, agents voyers, cantonniers qui eux, connaissant parfaitement la disposition de la route et le numérotage des bornes, peuvent les identifier très facilement.

Sur chacune des deux parties faisant face à la route se trouveraient portées, l'une au-dessous de l'autre, l'inscription de la grande distance et celle de la petite distance, une flèche indiquant la direction.

Il importe que les renseignements en direction soient toujours inscrits sur la partie qui fait face au voyageur marchant vers la borne. Il règne en effet actuellement peu d'unité à ce sujet; certains départements plaçant l'inscription sur la face opposée à la localité indiquée, d'autres au contraire la plaçant sur la face qui regarde cette localité.

Enfin, il y aurait lieu, sur les routes rayonnant autour de Paris vers les grands centres, de réserver à la partie supérieure de la borne, en abattant l'angle du triangle tourné vers la route, une surface plane et inclinée sur laquelle seraient portées les distances de Paris et de la grande ville en gros caractères.

Qu'il nous soit permis de demander également qu'en pays de montagne une cote d'altitude soit indiquée sur les bornes kilométriques; il y a là un élément d'intérêt qui n'est certainement pas négligeable aussi bien pour l'Administration que pour le touriste.

La couleur ne devrait subir à notre avis aucune modification, les caractères noirs sur fond blanc se lisent avec la plus grande facilité, mais nous devons insister sur l'importance que nous attachons au bon entretien de ces inscriptions; trop souvent, à l'heure actuelle, elles sont à peine lisibles.

Les dimensions à adopter pourraient être à peu près les suivantes : chacune des parties faisant face à la route auraient 0 m. 45 de largeur; les pans coupés abattus 0 m. 06 environ; la hauteur serait : soit de 0 m. 70 au-dessus du sol pour les routes ordinaires, soit de 0 m. 80 au-dessus du sol pour les routes rayonnant de Paris afin de donner l'emplacement nécessaire au pan coupé supérieur.

Il ne nous semble pas que l'intérêt de notre proposition puisse être discuté; le bon sens, en effet, impose à l'esprit l'utilité absolue, pour les besoins de la circulation, de la substitution du principe de la liaison des grands centres entre eux à celui de la division départementale administrative. Rien n'empêche d'ailleurs, si les besoins des Ponts et Chaussées

l'exigent, de maintenir, pour leur service, l'organisation actuelle, dans la partie qui leur est attribuée sur la borne kilométrique.

CONCLUSION

Nous proposons donc au Congrès l'adoption du vœu suivant :

Que le bornage kilométrique soit réorganisé d'après un plan général et d'ensemble pour tout le territoire français;

Que le principe de cette organisation soit celui de la liaison entre les grands centres;

Qu'un modèle uniforme de borne soit employé d'après les données du présent rapport;

Que des démarches soient entreprises pour obtenir des pays voisins l'application de principes identiques et en concordance avec l'organisation française.

Paris, juin 1908.

62 338. — Imprimerie Lahure, rue de Fleurus, 9, à Paris.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

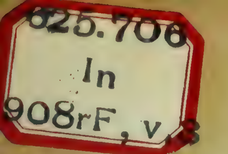
Wir schlagen daher dem Congresse vor, nachstehenden Wunsch anzunehmen :

Die kilometrische Versteinung nach einem Gesamtplan für das ganze französische Gebiet zu modifiziren.

Die Anordnung sollte auf dem Grundsatze der Verbindung der Grossstädte ruhen.

Die nötigen Schritte zu tun, um in den Nachbarländern die Einführung ähnlicher, mit der französischen Anordnung im Einklang stehenden Grundsätze zu erstreben.

(Übersetz. BLAEVOET.)



IER CONGRÈS INTERNATIONAL DE LA ROUTE
PARIS 1908

7e QUESTION

LES SIGNAUX D'OBSTACLES

RAPPORT

PAR

M. MARTIN du GARD
Président de l'Association Générale de l'Automobile.

PARIS
IMPRIMERIE GÉNÉRALE LAHURE
9, RUE DE FLEURUS, 9
—
1908

LES SIGNAUX D'OBSTACLES

RAPPORT

PAR

M. MARTIN du GARD

Président de l'Association générale de l'Automobile.

NÉCESSITÉ DES POTEAUX INDICATEURS

Il paraît superflu d'indiquer ici l'intérêt des signaux indicateurs des obstacles de la route. Leur utilité n'est plus aujourd'hui contestée; ils sont aussi nécessaires que la réfection des lois et règlements sur la circulation publique et pour les mêmes motifs; après avoir été désertées depuis l'ouverture des voies ferrées, tant pour les transports que pour les voyages, les routes se sont subitement trouvées envahies par de nouveaux modes de locomotions imprévus: tout d'un coup, après la bicyclette, l'automobile. Elles se sont trouvées repeuplées avec cette différence que les nouveaux voyageurs les parcourent beaucoup plus vite, et que les nouveaux venus les connaissent évidemment moins bien que les anciens rouliers ou conducteurs de diligence qui faisaient toujours le même parcours. De là l'utilité, la nécessité même, pour ces oiseaux de passage, chez lesquels l'intelligence ne peut suppléer à l'instinct, d'être prévenus en temps utile des obstacles qu'ils sont exposés à rencontrer à tout instant.

HISTORIQUE ET DÉSIGNATION DES SIGNAUX DE ROUTES

L'unique moyen trouvé jusqu'à ce jour consiste à attirer l'attention du voyageur par un signal placé très en évidence sur un des côtés de la route. A ce moyen s'est employée la bonne volonté des Sociétés et Asso-

ciations sportives aidée des générosités particulières. Les uns et les autres, avec l'autorisation bienveillante des pouvoirs publics, se sont appliqués dans la mesure de leurs ressources à jalonner les voies nationales, départementales et même vicinales d'un nombre imposant déjà de poteaux supportant des plaques dont les indications varient suivant la nature de l'obstacle à signaler. Des millions ont déjà été employés dans ce but. Il y en a plus encore à employer aussi utilement. Le premier en date, le







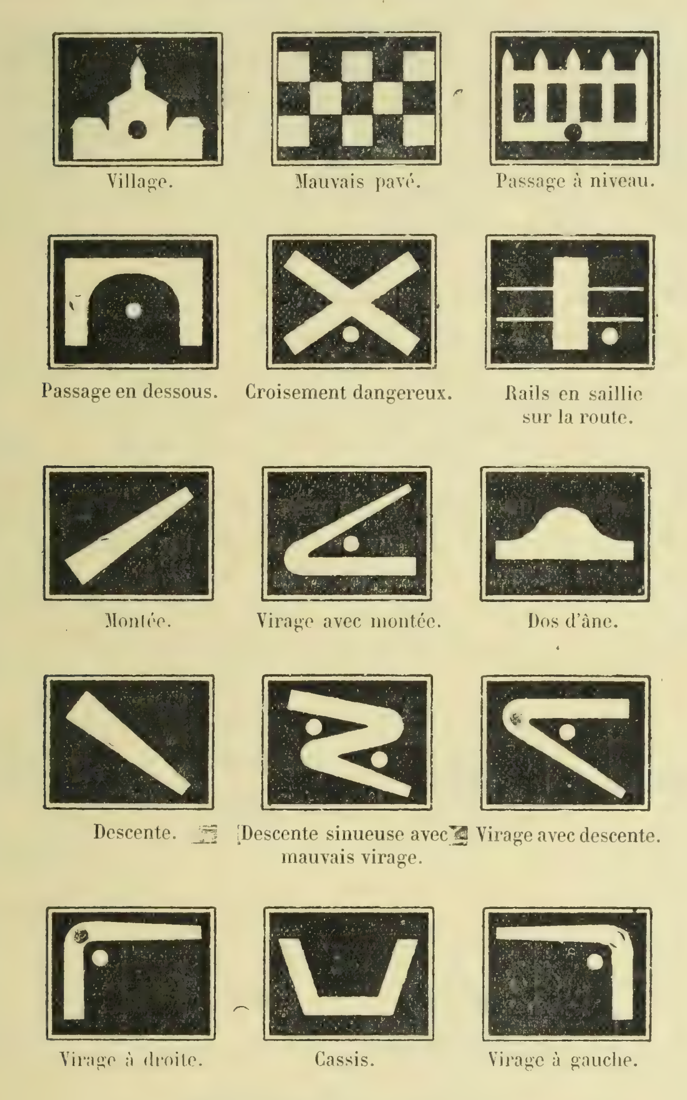


PLAQUES DU T. C. F.

Touring-Club de France a pris cette initiative : ses plaques sont en tôle galvanisée et émaillée à fond bleu avec indications en lettres blanches ou noires. Ces indications sont d'ordre général comme les mots « ralentir » ou « attention » ou d'ordre particulier pour préciser la nature de l'obstacle, comme « tournant dangereux », « descente rapide », « cassis », « passage à niveau », etc. Les poteaux sont généralement placés à 50 mètres environ en avant de l'obstacle et suffisent parfaitement pour permettre aux cyclistes dont l'allure n'est jamais très rapide, le ralentissement progressif de leur machine.

Quand, plus tard, les automobiles commencèrent à prendre sur les routes la place importante que nous voyons s'accroître de jour en jour, il apparut clairement que les modes anciens d'avertissement ne répondaient pas suffisamment aux besoins nouveaux : l'allure des véhicules à traction mécanique ne permettant que difficilement la lecture des indications en lettres, on eut l'idée de remplacer celles-ci par des signes descriptifs : l'Association générale automobile créa une série de plaques, son alphabet de route, dont la caractéristique est de symboliser l'obstacle par un dessin très simple dont la forme indique la signification.

Une barrière indique le passage à niveau.
Un pont indique le passage en dessous.
Une croix, le croisement dangereux.
Un gros trait renflé en dessus, le dos d'âne.



PLAQUES DE L'A. G. A.

Un gros trait en forme de cuvette, le caniveau.
Un tracé en zigzag, la descente sinueuse.
Un tracé avec coude à droite ou à gauche, le virage, etc.

On voit, par cette énumération, que la préoccupation des créateurs de ce système a été le signal d'une lecture instantanée, sans hésitation possible, compréhensible dans tous les pays, visible de très loin, même la nuit et

imposant forcément à l'œil du chauffeur la représentation symbolique de l'obstacle à éviter. C'est l'image parlante.

Ces poteaux sont toujours placés à 300 mètres en avant sur le côté droit de la route et perpendiculairement à celle-ci.

Leur couleur a été l'objet d'une étude particulière; lors de leur création les avis étaient partagés : les uns penchaient pour le signal blanc sur fond bleu, les autres pour le signal noir sur fond jaune.

Dans le doute on se rallia à l'avis autorisé de deux éminents oculistes, les Drs Trousseau et Sulzer; ils décidèrent d'un commun accord que le maximum de visibilité des indications et le meilleur moyen d'en rendre la forme reconnaissable à l'œil humain à la plus grande distance possible, consistaient dans :

1° Le fond de la plaque noir et dépoli;

2° Le signal blanc et poli;

Depuis cette époque, le Touring-Club d'Italie a proposé, dans différents congrès, l'adoption d'un autre alphabet. Ce système consiste en :

1° Cinq plaques différentes, où des flèches s'incurvent ou se dressent suivant les circonstances;

2° Deux autres plaques dont l'une porte un tracé en zigzag pour les routes accidentées et l'autre indique une cuvette pour les caniveaux;

3° Une dernière plaque portant au centre un gros point noir avec le mot « rallentare ».

De l'examen de ce système il ressort à première vue qu'il ne constitue



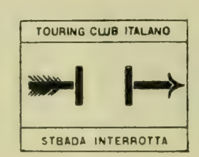














PLAQUES DU T. C. ITALIEN

pas une bien grande nouveauté sur le précédent dont il emprunte, dans les premières plaques, les indications symboliques de la forme de l'obstacle.

Quant à la dernière plaque portant le mot « Rallentare », nous connaissons déjà depuis longtemps en France le poteau similaire du Touring-Club.

Plus tard la Ligue internationale des Associations touristes a proposé trois signaux uniques : ce sont des plaques rondes, en forme de disques

noirs : une flèche deux fois barrée signifie « attention », une flèche incurvée avec la pointe en bas, un tournant dangereux, une flèche formant un angle de 45 degrés, une descente dangereuse.



Tournant dangereux



Descente dangereuse



Obstacle sur la route
« Attention »

PLAQUES DE LA L. I. A. T.

Ce système plutôt sommaire procède de celui du Touring-Club italien. Il lui est encore inférieur.

Enfin, tout récemment, la Fédération des Automobiles-Clubs régionaux, rompant ouvertement en visière avec les données antérieures, a proposé le remplacement de tous les signaux de route existants par un signal unique blanc, de forme ronde, ayant au centre un point rouge.

Il me reste, pour exposer complètement l'histoire des signaux de route, à constater que les signaux symboliques de l'Association générale automobile ont été adoptés par l'A. C. de Grande-Bretagne avec cette modification que les plaques sont en losange, par l'A. C. de Hollande, par l'Automobile-Club de Namur, par celui d'Allemagne, par celui d'Autriche-Hongrie, par celui d'Espagne et par celui des États-Unis.

NÉCESSITÉ D'UNIFICATION

Il semble résulter de l'énumération qui précède, que si d'autres Sociétés ou Associations similaires, prises d'une douce maladie d'imitation ou d'un besoin ardent de démontrer leur existence ou même simplement du désir de se rendre utiles, mais en se distinguant toujours de leurs devancières, venaient à imaginer encore d'autres signes destinés à prévenir leurs congénères avides de circulation, il deviendrait difficile de s'y reconnaître sans une étude préalable de quelques semaines. Peut-être en arriverait-on à la création de quelques cours publics sur l'étude des nombreux signaux dont la connaissance exacte s'imposerait au touriste ou simple voyageur. C'est le revers de ces médailles de bonne volonté à outrance ou d'altruisme mal entendu.

Il semble donc qu'il est temps qu'une discipline bien comprise, s'inclinant volontairement devant l'opinion générale, ou émanant d'ordre supérieur, vienne mettre un terme à cette débauche d'images diverses pour concourir au même but.

Nous pouvons dire que l'unification des signaux d'obstacle s'impose et qu'il est temps de s'en occuper.

Reste la question de savoir quels sont ceux qui seront choisis. Prendra-t-on les premiers en date, ceux du Touring-Club que nous avons décrits plus haut? L'opulence de la Société à qui ils appartiennent leur permet d'être peut-être en France les plus nombreux et s'ils sont admirablement appropriés aux cyclistes, les fervents de l'automobile leur font le reproche grave et très fondé de ne pouvoir être lus sans un ralentissement exagéré et d'être placés beaucoup trop près de l'obstacle qu'ils sont destinés à dénoncer. Autre reproche encore également très fondé; le langage qu'ils parlent ne peut être international, puisqu'ils sont écrits, et dans le français le plus pur. Par suite interdiction absolue pour eux de passer la frontière, et d'être compris en France par les étrangers à qui leur langage n'est pas familier.

Viennent ensuite les signaux de l'Association générale Automobile-Club de France déjà assez répandus.

A ceux-là choisis spécialement pour l'automobile, les mêmes reproches ne s'appliquent pas. Ils se voient de loin même la nuit, ils sont placés à 500 mètres de l'obstacle et donnent le temps de se mettre en mesure de l'éviter. Enfin ils sont absolument internationaux grâce à leur image qui parle toutes les langues. Aussi la plus grande partie des Associations étrangères n'a-t-elle pas hésité à les adopter.

Mais on leur fait d'autres reproches plus ou moins sérieux. Ils sont trop nombreux, et trop différents. Leur compréhension, malgré leur clarté, demande pour d'aucuns une étude préalable, si légère soit-elle même pour ceux-là. Pas assez nombreux, disent les autres, il y a des obstacles qu'ils n'indiquent pas. Le point joint au signe qui prétend signifier tantôt « attention », tantôt « ralentir » n'est pas explicite; on a même condamné leur couleur qui manque de gaieté.

Évidemment, la perfection n'est pas de ce monde et tout est critiquable. Il faut parfois se contenter du relatif.

Que dire du système italien? C'est une copie alternative des deux grands systèmes français : celui du Touring-Club et celui de l'Association générale automobile, avec des modifications de couleur ou de signes qui ne paraissent pas heureuses; aussi, malgré les efforts de leurs auteurs, ils n'ont pu triompher dans aucun congrès, et n'ont pas d'imitateurs à l'étranger.

Le système de la ligue internationale des associations touristes est-il meilleur? nous ne le pensons pas; c'est de la simplification si l'on veut, mais c'est vraiment trop simplifié, et si l'on pense que les signaux de l'Association générale ont besoin d'explications préalables, que dire de ceux-là où les signes parlants sont bien moins compréhensibles encore.

Nous citerons enfin, mais pour mémoire seulement, l'innovation de la fédération des Automobiles-Clubs de province. Né d'un moment de mauvaise humeur, ce système de simplification à outrance simplifie telle-

ment qu'il ne reste plus rien, si ce n'est l'appréhension perpétuelle qu'on va trouver quelque chose sans jamais pouvoir faire aucune prévision. La couleur même n'est pas heureuse, c'est une de celles qui se voient le moins.

Est-ce à dire pour cela que nous estimons qu'aucun des systèmes que nous avons exposés ne puisse être modifié? Loin de moi cette pensée! Évidemment il n'y aurait pas grand inconvénient à ce que le nombre des plaques soit diminué. Certaines d'entre elles, comme les « montées », les « descentes », le « mauvais pavé », le « village » répondaient lors de leur création à des préoccupations dont l'importance a beaucoup diminué en raison du progrès constant des véhicules à traction mécanique.

Modifions donc et simplifions si cela est nécessaire dans une certaine mesure, rien de mieux, mais de simplifier à supprimer il y a une différence qu'il est intéressant de considérer.

CONCLUSION

Donc, sans nous permettre de conclure d'une façon définitive sur une matière où les avis peuvent être encore partagés, nous estimons cependant et nous nous permettrons d'émettre le vœu que, suivant l'exemple du plus grand nombre, une seule catégorie de signaux soit désormais admise; que ces signaux, dans un but international, soient des images parlantes, tels que ceux adoptés en France par l'Association générale et l'Automobile-Club de France, et la plus grande partie des Clubs étrangers, qu'ils soient différents et suffisants pour indiquer les obstacles les plus fréquents et que leur nombre en soit cependant limité.

C'est à notre avis la manière la plus sage et la plus logique de solutionner une question importante que nous espérons avoir exposée en toute impartialité.

Paris, juin 1908.

62 226. — Imprimerie Lahure, rue de Fleurus, 9, à Paris.

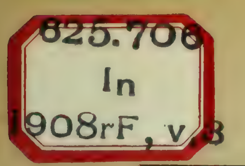
SCHLUSSFOLGERUNGEN

Hieraus erfolgt :

Wir gestatten uns keine endgültige Beantragung bei einer Angelegenheit, bei welcher noch Meinungsverschiedenheiten vorhanden sein können, sind jedoch der Ansicht und erlauben uns, den Wunsch zu äussern, es sollte in Zukunft nach dem Beispiel der Mehrzahl eine einzige Signalkategorie angenommen werden; diese Signale sollten, sozusagen in internationalem Interesse, Sinnbilder darstellen, wie solche von der « Association Générale » und dem « Automobile-Club de France » für unser Land, und den meisten ausländischen Klubs eingeführt wurden; sie sollten verschiedenartig und so deutlich sein, als es nötig ist, um die am häufigsten vorkommenden Hindernisse zu bezeichnen, gleichzeitig aber nur in beschränkter Anzahl erscheinen.

Es ist dies, unserer Meinung nach, eine sehr zweckmässige und logische Lösung einer Frage von grosser Bedeutung, und wir geben der Hoffnung Ausdruck, dieselbe so unparteiisch als möglich auseinandergesetzt zu haben.

(Übersetz. Blaevoet.)



Ier CONGRÈS INTERNATIONAL DE LA ROUTE
PARIS 1908

7e QUESTION

LES SIGNAUX DE LA ROUTE

BORNAGE KILOMÉTRIQUE
INDICATIONS DE DIRECTION, DE DISTANCE, D'ALTITUDE
OBSTACLES, ROUTES DANGEREUSES, ETC.

RAPPORT

PAR
M. MONET
Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, à Versailles.

PARIS
IMPRIMERIE GÉNÉRALE LAHURE
9, RUE DE FLEURUS, 9
—
1908

LES SIGNAUX DE LA ROUTE

BORNAGE KILOMÉTRIQUE
INDICATIONS DE DIRECTION, DE DISTANCE, D'ALTITUDE
OBSTACLES, ROUTES DANGEREUSES, ETC.

RAPPORT

PAR

M. MONET

Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, à Versailles.

Par suite de l'extension considérable des réseaux de chemins de fer, grands et petits, pendant la seconde moitié du dix-neuvième siècle, les voies de terre, après avoir constitué depuis l'origine des temps l'outillage essentiel de l'agriculture, du commerce, de l'industrie et de la défense nationale chez tous les peuples civilisés, ont pu paraître, à un moment donné, destinées à perdre progressivement, tout au moins en ce qui concerne les transports à longues distances, leur ancienne importance. On était arrivé, peu à peu, à les considérer comme de simples organes secondaires, dont le rôle devait de plus en plus se limiter à celui d'affluents des voies ferrées, en attendant que le rail vienne définitivement, jusque sur les chemins de pénétration de dernier ordre, absorber la presque totalité des transports. Tout au plus les grandes routes, qui traversent un pays dans toute son étendue, trouvaient-elles quelques défenseurs, en raison des services qu'elles semblaient encore pouvoir rendre au moment d'une mobilisation générale, alors que les chemins de fer, quelles que soient leur multiplicité et leur puissance, seraient peut-être insuffisants pour assurer la concentration en temps utile des masses énormes d'hommes, d'animaux, de matériel et d'approvisionnements que comportent les grandes armées modernes.

Le développement rapide que vient de prendre, en quelques années, la circulation automobile, les progrès imprévus réalisés par un nouveau mode de locomotion et de roulage, sont venus, sans transition et pour ainsi dire instantanément, renverser entièrement toutes ces prévisions. La route, abandonnée momentanément, se trouve de nouveau sillonnée de véhicules : La vieille voie déserte est redevenue le siège d'une circulation intense. Les chemins de fer ne sont pas morts pourtant; on pourrait même dire qu'ils ne s'en portent que mieux, mais, grâce à des moyens précédemment ignorés, grâce à la recrudescence de mouvement qui est la conséquence directe et immédiate de ces moyens, il y a place désormais pour deux, et la route, sans écraser son concurrent, on peut même dire en lui donnant la main, a reconquis son droit de cité.

Ce sont là, dès aujourd'hui, lieux communs sur lesquels il est inutile d'insister, aussi abordons-nous de suite, sans nous étendre davantage sur ces considérations générales, la question dont nous voulons nous occuper.

Si les routes, ou plus généralement les voies de terre, sont appelées à reprendre une place essentielle dans l'outillage économique des nations, des sujétions, nouvelles elles aussi, leur sont par contre imposées et leur vitalité future est subordonnée à la solution de problèmes multiples et complexes, en présence desquels se trouvent, pour la première fois, les services chargés de leur construction et de leur exploitation. Non seulement leur structure et leur constitution doivent répondre aux exigences du trafic spécial qui s'y développe avec une rapidité déconcertante, mais leurs organes accessoires, eux-mêmes, exigent des perfectionnements et des transformations dont il devient indispensable de se préoccuper.

Parmi ces organes accessoires, ceux qu'il est convenu d'appeler « les signaux de la route » méritent certainement l'attention des techniciens. Les considérations résumées ci-après, permettront peut-être d'engager d'utiles discussions à leur sujet et de préciser quelques-uns, tout au moins, des principes d'après lesquels ils paraissent devoir être, dans l'avenir, remaniés et complétés. C'est dans cet esprit que nous apportons la présente notice au premier Congrès International de la route.

Par signaux de la route, on doit entendre les indicateurs de toute nature destinés, soit à fixer la situation géographique d'un point ou d'une section de la route, soit à appeler l'attention sur un accident topographique local de cette route. Ces signaux indicateurs peuvent s'adresser plus spécialement, soit aux agents chargés du service d'exploitation et d'entretien, soit aux usagers de la voie, ou bien intéresser à la fois le service d'exploitation et les usagers : ils sont permanents, intermittents ou temporaires. Bien qu'un signal déterminé ait souvent un rôle multiple, nous diviserons notre étude, d'après l'objectif principal des indications de différente nature qu'il est appelé à fournir, en trois parties à savoir :

I. — Signaux ayant pour objet le jalonnement longitudinal des routes.

II. — Signaux spéciaux permanents ou intermittents.

III. — Signaux spéciaux temporaires.

I. — JALONNEMENT LONGITUDINAL DES ROUTES

Du jour où des routes d'une certaine étendue ont été créées, la nécessité s'est fait sentir de leur donner une sorte d'état civil propre à caractériser leur objet et à définir leur longueur. Les Romains donnaient à leurs grandes routes militaires des noms de personnages illustres, suivant ainsi les errements encore adoptés de nos jours pour les rues de villes. Les routes étant alors peu nombreuses et toutes très longues, leur simple nom était considéré comme suffisant pour caractériser leur trajectoire : sur leur parcours, des bornes, assez analogues à la borne kilométrique moderne, indiquaient souvent, de mille pieds en mille pieds, la distance parcourue ou à parcourir.

Au fur et à mesure du développement des voies de communication et de leur multiplication, on a été conduit à compléter peu à peu ces premiers embryons de jalonnement. De nouveaux éléments intervinrent dans la question, tels que le groupement des routes en différentes catégories, d'après leur importance et d'après leur rattachement aux services publics chargés de les construire et de les gérer. Pour permettre à l'usager de la voie de suivre son itinéraire parmi les carrefours nombreux et les croisements successifs d'un réseau à mailles de plus en plus serrées, les conventions et la tradition orale ne suffisant plus, le langage écrit prit naissance et devint prépondérant.

Les bornes de distances étaient indiquées pour recevoir des inscriptions et ce sont elles qui furent utilisées tout d'abord, puis vinrent les plaques de bifurcations et de traverses subtituées à l'ancienne main de bois qui, pendant lontemps, servit presque seule à guider le voyageur vers un but supposé connu au départ.

Au cours de cette évolution, l'ancien nom propre, servant à désigner une route, fit place à un numéro de classement, accompagné de l'énoncé des localités extrêmes ; les bornes et plaques portèrent désormais ces indications en même temps que quelques renseignements accessoires concernant les localités importantes situées sur le parcours de la route ou celles les plus voisines du lieu où elles se trouvent placées.

L'arbitraire le plus complet présida d'ailleurs pendant longtemps les règles suivies dans l'application de ces principes généraux. Chaque province, chaque département ou chaque service technique réglait, le plus souvent selon ses vues ou ses inspirations, les formes et dimensions de ses indicateurs, ainsi que les inscriptions qu'ils devaient comporter. Sur

les seules routes gérées par un pouvoir central et soumises à son autorité, quelques instructions vagues cherchèrent, à certains moments, à introduire un peu d'ordre et d'harmonie dans l'organisation des signaux[1]; encore ces instructions avaient-elles trait souvent à des détails secondaires et sans importance pratique au point de vue de la circulation : Telle une circulaire du 22 novembre 1814 qui donne, pour notre pays, des instructions très détaillées sur la manière de transformer en fleurs de lys les aigles des bornes départementales et milliaires.

Le premier règlement réellement intéressant, ayant trait, en France, au jalonnement des routes, est une circulaire du Directeur des Ponts et Chaussées du 11 février 1813. Elle prescrit l'établissement de bornes départementales et de bornes cantonales : On y trouve, très nettement exprimée, la double préoccupation des exigences de la circulation et de celles du service d'entretien.

« Les bornes départementales, y est-il dit, devront indiquer non seule-
« ment les noms des départements dont elles forment les limites, mais
« encore le numéro et la désignation de la route sur laquelle elles se trou-
« vent situées. Elles auront alors un double objet d'utilité, l'indication
« de la limite des départements pour fixer les attributions de la grande
« voirie et l'indication des communications pour diriger les voyageurs. »

« Quant aux bornes cantonales, elles serviront à prévenir les contesta-
« tions qui pourraient s'élever entre les cantonniers sur les points de
« départ des parties de routes dont ils sont chargés ; elles assureront la
« répression des délits en rendant facile et précise l'indication des lieux où
« ils peuvent être commis ».

On remarquera que, dans cette instruction, le souci des convenances du service domine de beaucoup les vues d'ordre économique : celles-ci, par contre, prennent nettement position au premier plan dans deux circulaires du 5 novembre 1833-15 avril 1835, qui instituent l'établissement de poteaux indicateurs destinés à signaler aux voyageurs la direction des routes.

« Ces poteaux seront placés, dit l'instruction, aux intersections des routes
« royales soit entre elles, soit avec les routes départementales, lorsque
« les points d'intersection seront en dehors des lieux habités. »

Notons la restriction assez curieuse contenue dans cette dernière phrase. A une époque où la circulation est encore lente et limitée, l'inutilité du jalonnement en traverse est admise comme vérité évidente; par le seul fait qu'on est dans un centre habité on doit trouver facilement son chemin et la plaque de traverse est inutile. Plus tard, quand le mouvement deviendra intensif et l'allure rapide, quand on franchira les localités en vitesse

1. Voir une instruction du 20 ventose an VI concernant la nomenclature des routes du territoire de la République française, instruction qui se préoccupe pour la première fois de coordonner la classification des routes avec les indications des cartes géographiques.

Voir aussi le décret impérial du 16 décembre 1811.

et sans s'y arrêter, la plaque de traverse deviendra, au contraire, aussi nécessaire et plus utile encore que la plaque en campagne. Là, comme en tout, nous marchons vers le progrès, mais avec les événements eux-mêmes et lentement.

Nous sommes vers 1850; les bornes et les plaques ont élu domicile sur les routes; elles forment désormais deux séries d'éléments qui se complètent l'une l'autre pour constituer un jalonnement. Nous avons maintenant à rechercher, quel est l'usage qu'on doit en faire pour satisfaire aux exigences actuelles de la circulation.

Bornes. — C'est dans une circulaire du 21 juin 1853 qu'on doit rechercher les principes qui régissent, en France, les bornes implantées sur les grandes voies nationales. Cette circulaire, qui n'a d'ailleurs été suivie d'aucune autre, est encore en vigueur aujourd'hui. Elle a plus ou moins servi de guide aux administrations départementales et communales, pour le bornage des voies dont elles ont la gestion, du moins lorsque ce bornage a été fait; elle peut donc être prise comme base d'une étude d'ensemble.

Nous avons vu plus haut que l'intervention administrative ne s'était guère manifestée, avant 1850, qu'à l'occasion des bornes « dites départementales », auxquelles elles avaient prescrit l'adjonction de bornes cantonales, mais de fait, et par la force même des choses, le bornage des distances adopté dès l'époque romaine n'avait, quoique non réglementé, cessé d'être usité. Il s'était même, chose assez remarquable, harmonisé de lui-même et sans difficultés, semble-t-il, avec les différentes unités de longueur successives. La borne milliaire avait été remplacée par la borne kilométrique et, de plus, aux bornes kilométriques étaient venues s'ajouter sur d'assez nombreuses voies des bornes demi-kilométriques, des bornes hectométriques et aussi quelques bornes myriamétriques.

La circulaire du 21 juin 1853, faisant état d'une situation préexistante, a généralisé et affirmé le principe de l'utilité du bornage en des termes qui sont à retenir :

« L'utilité du bornage kilométrique et hectométrique ne saurait être « mise en doute. Ce bornage donne aux ingénieurs les moyens de préciser « les détails du service tels que les ordres aux conducteurs, piqueurs et « cantonniers, les états d'indication pour la distribution des matériaux, « les renseignements statistiques, en un mot, il permet d'obtenir une sur- « veillance exacte de toutes les parties des chaussées et de leurs dépen- « dances.

« Le bornage doit, en outre, donner aux voyageurs des renseignements « sur leur marche et sur les distances qu'ils parcourent entre les villes « traversées par les routes. C'est surtout pour parvenir à ce dernier résul- « tat, que le besoin d'uniformité se fait le plus vivement sentir ».

Ces lignes posent trois principes très nets : ceux de l'utilité des bornes pour le service technique et pour l'usager de la route, qui sont déjà connus;

elle introduit de plus le principe nouveau et essentiel de l'uniformité. Malheureusement, la même circulaire a ajouté un peu plus loin : « Quelque « désirable que soit l'uniformité dont il s'agit, il doit être expressément « entendu que les instructions présentement données seront appliquées là « seulement où il y aura de nouvelles bornes à établir et que, partout où « le bornage est complètement fait, il doit être maintenu tel qu'il est ».

La restriction qui précède a créé, il faut bien le reconnaître, un obstacle très sérieux à la réalisation des vues envisagées par l'administration elle-même. Une enquête, à laquelle nous avons procédé dans tous les départements de France, en vue de nous rendre compte de l'état actuel des signaux de la route en général et du bornage en particulier, montre que ce dernier est, aujourd'hui encore, loin d'être uniforme, et que la plus grande variété n'a cessé de régner en ce qui concerne la consistance, la forme et les inscriptions des bornes. Peut-être n'y a-t-il pas lieu, au surplus, de regretter outre mesure cet état de choses propre à rendre plus facile l'adoption d'un nouveau régime quelque peu modifié, et qui ne viendra pas doubler une transformation générale trop récente.

Pour aboutir à des conclusions, nous allons résumer les résultats de notre enquête, ce qui nous permettra de discuter et utiliser les renseignements qu'elle nous a fournis; nous examinerons successivement, comme l'a fait la circulaire de 1853 elle-même, les différents points qui caractérisent les bornes.

Catégories de bornes. — L'utilité des bornes kilométriques, au double point de vue du service technique et de la circulation, est reconnue par tout le monde; celle des bornes hectométriques, pour les commodités du service d'entretien, n'est pas davantage contestée, bien qu'un certain nombre de voies, même importantes, n'en soient pas encore pourvues. Nous partageons ces avis.

Les bornes demi-kilométriques sont jugées, à peu près partout, complètement inutiles, surtout lorsque les bornes hectométriques existent; telle est également notre opinion.

Les bornes départementales, bien que réglementaires, ont disparu sur de nombreux points et n'ont pas été remplacées; elles ne nous paraissent présenter qu'un intérêt très secondaire pour les services administratifs et elles peuvent donner lieu à des confusions de la part des usagers de la route. A notre avis, il y aurait lieu de les abandonner.

Les bornes cantonales n'existent plus, croyons-nous, nulle part et rien ne plaide en faveur de leur rétablissement.

Restent les bornes myriamétriques. Elles n'existent que sur de rares tronçons de routes où elles ont été implantées anciennement. Convenablement comprises, elles présenteraient peut-être un certain intérêt sur des artères à très longs parcours. Nous en reparlerons à l'occasion de la détermination des trajectoires de circulation.

En résumé, nous estimons qu'il y a intérêt à ne pas multiplier les

espèces de bornes et qu'on peut obtenir un kilométrage parfait des routes en utilisant les seules bornes kilométriques et hectométriques, sauf à adopter sur certaines trajectoires de grande étendue des bornes kilométriques, d'un type renforcé, comme bornes myriamétriques.

Forme des bornes. — *Bornes kilométriques.* — Bien qu'un modèle réglementaire existe en France, comme on l'a vu, depuis plus de cinquante ans, on rencontre encore sur les routes des bornes kilométriques des formes les plus diverses. Dans un très petit nombre de départements la réfection générale du bornage a été opérée. Dans la plupart, on rencontre à la fois des bornes du modèle réglementaire et des bornes variées : bornes prismatiques, cylindriques, tronconiques; prismes à base carrée ou triangulaire, tronqués ou non, bornes octogonales, etc. Toutes les anciennes bornes sont en pierre, de qualité variable suivant les ressources de la région; les nouvelles sont en pierre ou en fonte, quelquefois en béton.

La plupart des ingénieurs français trouvent la forme de la borne réglementaire, parallélipipède surmonté d'un demi-cylindre, très convenable. Quelques-uns demandent, avec raison selon nous, une légère augmentation de l'épaisseur pour faciliter les inscriptions latérales. Il serait difficile peut-être, dans un Congrès international, de préconiser un type de borne absolu, et l'important nous paraît être, avant tout, d'arriver à l'uniformité complète dans l'étendue d'un même pays; cependant, les propositions suivantes nous paraissent pouvoir être avancées.

Les formes circulaire et triangulaire sont à exclure.

Une borne kilométrique doit toujours présenter quatre faces planes verticales, les faces parallèles à la route ayant 0 m. 65 à 0 m. 80 de hauteur totale et 0 m. 35 à 0 m. 40 de largeur, celles perpendiculaires à la route ayant de 0 m. 475 à 0 m. 60 de hauteur et de 0 m. 25 à 0 m. 30 de largeur.

Les plus grandes de ces dimensions sont supérieures à celles du type actuel français, mais l'augmentation nous paraît désirable au point de vue de la lisibilité des écritures. Les dimensions de la borne courante pourraient être augmentées de 1/5 pour les bornes myriamétriques, sur les voies où ces dernières seraient jugées utiles.

Le prix des bornes kilométriques ainsi conçues paraît pouvoir varier de 25 à 50 francs, suivant les régions et les matériaux employés pour les confectionner.

Bornes hectométriques. — Les bornes hectométriques, étant généralement beaucoup plus récentes que les bornes kilométriques sont le plus souvent, en France, du modèle prescrit par la circulaire de 1853. Elles ont la forme d'un prisme à base carrée de 0 m. 15 de côté et une hauteur de 0 m. 20; les arêtes de la base supérieure sont légèrement chanfreinées. Ce type, qui se prête convenablement aux seules indications de service que les bornes sont appelées à recevoir, paraît pouvoir être recommandé.

Inscriptions sur les bornes. — Les inscriptions apposées sur les bornes

en sont nécessairement la partie essentielle : c'est en vue de ces inscriptions que les bornes sont faites ; elles doivent, tout en étant claires et lisibles, donner sous une forme concise le maximum de renseignements utiles. Le modèle de 1855 comporte l'application sur les bornes kilométriques des écritures suivantes :

Sur la face principale parallèle à la route : la désignation de la route et son numéro en exergue à la partie supérieure ; — le nom du département où se trouve la borne et le numéro de celle-ci ; — la mention Paris, avec la distance, sur les routes partant de cette ville ; ou bien, pour les routes partant d'une ville importante et entièrement situées dans un même département, la mention de cette ville avec le numéro de la borne ; ou bien enfin le nom du département simplement accompagné du numéro de la borne pour les routes empruntant plusieurs départements sans passer par Paris. — Le numéro de la borne est le chiffre qui indique, en nombre rond de kilomètres, la distance soit du point d'entrée dans le département, soit de l'origine de la route si elle prend naissance dans le département.

Sur les faces latérales : le nom de la localité la plus importante que l'on rencontre en suivant la route et la distance à cette localité.

Sur la face principale du socle de 0 m. 10 de hauteur qui forme la base de la borne, on doit noter en outre l'altitude de ce socle au-dessus du niveau de la mer.

Nonobstant ces prescriptions, les conventions les plus diverses sont encore adoptées, à l'heure actuelle, dans les différents services de voirie, en ce qui concerne les inscriptions sur les bornes kilométriques. Ici, nous trouvons simplement le numéro de la borne sur la face principale ; là, le nom du département seul ; tantôt ces deux inscriptions réunies ; autre part, la distance à Paris simplement. Dans certains cas, le kilométrage, au lieu d'être localisé par département, est fait à partir de l'origine de la route et sur toute sa longueur ; enfin, beaucoup d'autres combinaisons arbitraires.

Sur les faces latérales, sont indiquées les distances, tantôt à une, tantôt à deux localités. Le plus souvent, ces inscriptions latérales sont disposées, comme il est naturel, de façon à être lues dans le sens de la marche ; mais quelquefois, elles sont inversées, de façon à regarder la direction des localités mentionnées ; enfin, assez souvent, on n'y trouve aucune inscription. Quant à l'altitude, elle fait le plus souvent défaut.

Les dimensions et les caractères des écritures sont plus variés encore que les inscriptions elles-mêmes ; les lettres et chiffres ont de 4 à 8 centimètres de hauteur, quelquefois 9 et 10 ; le trait est gras ou filiforme suivant l'inspiration de chacun.

Sur les bornes hectométriques, les hésitations sont moins grandes : on trouve toujours sur la face principale la fraction hectométrique accompagnée, ou non, du rappel du numéro du kilomètre. « 4 », par exemple,

signifie 4 hectomètres depuis la dernière borne kilométrique, ou bien 4,8 veut dire qu'on est au point de la route 4 kilomètres, 8 hectomètres.

Quelques services ont pris l'initiative d'additions utiles. Dans quelques départements, par exemple, on trouve sur les faces latérales des bornes hectométriques une fraction portant, en numérateur, le millésime de l'année du dernier rechargement de la chaussée et, en dénominateur, la durée de la période d'aménagement lorsqu'elle est prévue dans un plan d'entretien. Les mêmes indications sont alors portées sur les faces latérales des bornes kilométriques, en dessous des inscriptions usuelles. Ces inscriptions, utiles pour le service technique et qui peuvent, par suite, être faites en caractères réduits, sont à recommander.

D'autres innovations ont été tentées, telles que la suivante qui s'adresse, cette fois, aux voyageurs : l'indication, sur la face principale de la borne kilométrique, des plus grandes déclivités, avec leurs longueurs, rencontrées dans les kilomètres adjacents. Ces inscriptions sont faites de la façon suivante, d'après les principes usités sur les chemins de fer (fig. 1, 2, 3).

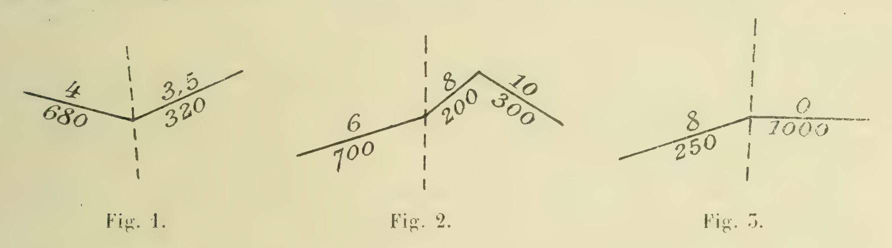


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

Le premier croquis indique qu'il existe dans le kilomètre de gauche, en venant vers la borne, une descente de 4 centimètres par mètre sur 680 mètres de longueur, et dans le kilomètre de droite, en partant de la borne, une rampe de 3 cm, 5 sur 320 mètres de longueur. De même, le second croquis montre qu'on rencontre dans le kilomètre de droite, en partant de la borne, une rampe de 8 centimètres sur 200 mètres, puis une descente de 10 centimètres sur 300 mètres; enfin le dernier croquis signale un kilomètre sensiblement en palier sur toute sa longueur. Ces inscriptions sont intéressantes pour les cyclistes; on les porte généralement en rouge, les autres inscriptions étant faites en noir. Leur seul inconvénient est d'exiger sur la borne une place disponible qui n'existe pas toujours.

Les règles prescrites par la circulaire de 1853, pour les inscriptions sur les bornes kilométriques, nous paraissent soulever quelques objections : Bien qu'étudiées avec la préoccupation évidente de satisfaire, dans une large mesure, aux exigences de l'usager de la route, elles se ressentent encore trop de préoccupations d'ordre purement administratif. Nous pensons qu'on doit entrer nettement dans la voie inverse, en disposant tout d'abord toutes les écritures essentielles en vue des commodités de la circulation.

Dans cet ordre d'idées, nous ferions les observations suivantes :

La nature et le numéro administratif de la route pourraient être maintenus en exergue, mais en caractères assez petits, à la partie supérieure de la face principale de la borne. En dessous, d'une façon plus apparente, mais encore en caractères moyens, le nom du département. Vers le milieu du panneau, d'une façon très lisible, les noms, l'un en dessus, l'autre en dessous, des localités extrêmes de la trajectoire jalonnée. A droite du premier nom, nous placerions la distance à l'origine de cette trajectoire dans la direction correspondante, et, à gauche du nom inférieur, la distance à l'autre extrémité.

Les routes, bien qu'appelées à être parcourues dans les deux sens indifféremment, ne sont actuellement kilométrées que dans un sens, ce qui oblige à faire une soustraction mentale à chaque lecture, lorsqu'on suit la route en sens inverse de sa direction conventionnelle. Le double kilométrage nous paraît une innovation désirable.

En dessous de ces écritures, resterait place pour une indication de pentes et rampes et pour la mention, à la base de la borne, de l'altitude de son socle.

Sur les faces latérales, nous porterions uniformément deux indications :

1° Le nom de la localité la plus voisine rencontrée dans le sens de la marche, avec sa distance.

2° Le nom de la localité la plus importante rencontrée ensuite, toujours dans le sens de la marche et sur la même trajectoire, avec sa distance; le tout en écritures très apparentes, et, en dessous, en caractères plus fins, les renseignements relatifs aux rechargements et aux périodes d'aménagement.

Sur la face postérieure de la borne, les services techniques seraient libres d'inscrire toutes indications qu'ils ne trouveraient pas sur les autres faces et qui leur paraîtraient utiles, par exemple, sur les bornes voisines de la limite d'un département, la distance exacte de cette limite avec une flèche de direction (fig. 4, 5, 6).

Quant aux bornes hectométriques elles ne comportent que l'inscription sur trois faces des indications déjà mentionnées plus haut, avec remarque qu'il est toujours préférable de rappeler le numéro du kilomètre de la trajectoire, dans son sens principal conventionnel, devant la fraction hectométrique.

C'est avec intention que nous avons toujours employé le mot trajectoire, au lieu du mot route, en parlant des indications kilométriques. Nous supposons, pour le moment, que nous jalonnons une trajectoire de circulation, sans nous préoccuper de la classification administrative de la voie, définie par l'indication placée à la partie supérieure de la borne. Nous reviendrons plus loin sur cette question très importante.

Les bornes myriamétriques, dont nous avons déjà dit un mot, devraient porter les mêmes écritures que les bornes kilométriques. Elles devraient en outre, et dans notre esprit, comporter un cartouche sur lequel seraient

inscrits deux noms, avec distances à droite et à gauche, faisant connaître les points extrêmes d'une grande ligne de circulation que nous supposons pouvoir emprunter des trajectoires et fractions de trajectoires ordinaires successives.

Couleur des bornes. — Nous n'avons rien dit, jusqu'à présent, de la couleur des bornes et du mode d'apposition des écritures : deux systèmes sont en présence ; l'écriture en relief et la peinture. L'écriture en relief présente de multiples inconvénients : son prix de revient, pour la pierre surtout, est élevé ; la lecture oblique est confuse ; enfin les changements et corrections sont difficiles sinon impossibles. Avec les procédés perfectionnés de peintures dont on dispose aujourd'hui, tels que ripolin et analogues, il semble qu'il n'y a pas à hésiter et qu'on doit adopter la peinture. A notre avis, les bornes de toute espèce doivent être peintes en blanc et les écritures généralement noires. Le rouge pourrait cependant être avantageusement employé pour les lettres et chiffres des cartouches des bornes myriamétriques et pour les indications de pentes et rampes. Nous avons eu personnellement l'occasion de reconnaître, par expérience, que l'entretien des bornes ainsi peintes peut être assuré avec la plus grande facilité, et sans frais autres que ceux de l'achat de la peinture, par les chefs cantonniers et cantonniers.

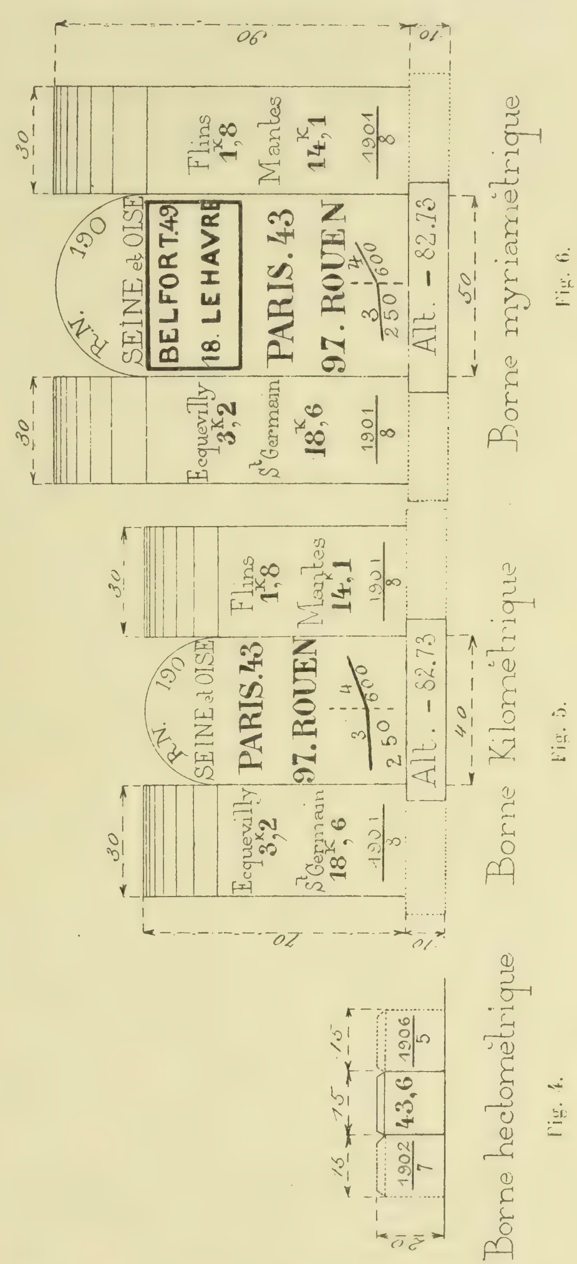


Fig. 6.

Fig. 5.

Fig. 4.

Position des bornes. — Nous n'ajouterons qu'un mot à ce sujet. Il est d'usage assez général de placer les bornes à la limite extrême des accotements ou dans l'alignement des arbres. Nous pensons qu'on doit, autant que possible, les implanter de façon que leur face extérieure soit à peu près dans le plan tangent aux plus gros arbres, du côté de la route. La visibilité à distance des faces latérales est ainsi parfaite. On a l'habitude, également, de placer toutes les bornes d'un même côté de la route ; nous ne verrions pas d'inconvénients à les alterner à droite et à gauche, puisque nous tendons à considérer les deux directions de parcours de la route comme indépendantes et également intéressantes.

Plaques de direction. — Si l'on n'avait à jalonner qu'une trajectoire unique, les bornes suffiraient pour donner toutes les indications utiles au voyageur qui suivrait une route sans rencontrer de carrefours où il puisse hésiter. La plaque est indispensable pour déterminer la direction à suivre aux croisements, aux bifurcations et dans les traverses.

Les formes et les dimensions des plaques adoptées en France sont variées à l'infini : le type administratif de la circulaire de 1835 a été partout modifié ou complété et notre enquête nous permet d'avancer qu'il serait fort difficile de trouver deux services de voierie faisant uniformément usage du même modèle. Un volumineux répertoire serait nécessaire pour donner même un simple aperçu des différents systèmes usités et nous ne pouvons songer à le faire dans ces quelques notes : nous devons donc nous borner à des considérations sommaires propres à justifier les desiderata qui nous paraissent pouvoir être formulés en vue d'aboutir à l'uniformité.

L'uniformité doit, ici surtout, s'associer à la simplicité : c'est, à notre avis, en partant de principes généraux, mais absolus, que ces deux conditions peuvent être remplies.

Le principe primordial qui nous paraît devoir être posé est que toute trajectoire, sur laquelle on est engagé, doit être suivie tant qu'une indication contraire ne conduit pas à l'abandonner. Ce principe entraîne immédiatement des conséquences importantes sur lesquelles nous devons nous arrêter quelques instants.

Les voies de toute nature qui sillonnent une portion de territoire, seront toujours classées nécessairement en deux grandes catégories : les voies régulièrement jalonnées, et les voies secondaires qui ne le sont pas. A tout carrefour ou bifurcation pouvant donner lieu à hésitations, le voyageur doit trouver des indications suffisantes pour rendre une erreur impossible. Parmi les voies secondaires non jalonnées, un très grand nombre, chemins ruraux et d'exploitation entre autres, révèlent d'eux-mêmes et par leur seul aspect qu'ils ne font pas partie de la trajectoire. A moins de multiplier à l'infini les signaux indicateurs, il est évident qu'il n'y a rien à placer à ces carrefours. Mais, il peut arriver qu'une voie, même secon-

daire et non jalonnée, soit aménagée, pour des raisons locales, dans des conditions comparables à celles des voies principales et il est alors nécessaire qu'on soit averti qu'il faut l'éviter. Cette considération nous conduit à préconiser un signal non employé jusqu'à présent, croyons-nous, mais qui nous paraît appelé à rendre les plus grands services : nous l'appellerons : *le signal négatif*. Admettons, sans tenir autrement à cette forme plutôt qu'à une autre, qu'il consistera en un disque noir sur fond blanc. L'emploi de ce signal nous permet d'éliminer sur une trajectoire tous les affluents qui, ne faisant pas partie eux-mêmes de trajectoires jalonnées, ne s'éliminent pas à simple vue. Ceci admis, il devient très facile de jalonner complètement une trajectoire quelconque.

Voies en pleine campagne. — Sur une voie jalonnée AB, nous rencontrons à un carrefour C, une voie secondaire CS non jalonnée, mais d'aspect trompeur. Un signal négatif N écarte simplement cette voie (fig. 7). En C_2 aboutissent trois tronçons jalonnés, AC_2B étant une trajectoire continue, une plaque de direction P à l'entrée de la voie C_2D nous renseignera sur le rôle de cette ligne. Nous admettrons d'ailleurs que les usagers venant de la ligne DC_2 savent qu'ils rejoignent la ligne principale; il en est presque toujours ainsi, et l'hypothèse contraire, généralisée, conduirait à employer un nombre de plaques tel qu'on entrerait dans le domaine des choses irréalisables (fig. 8). La solution est la même pour un carrefour C_3, traversé par une trajectoire unique AC_3B (fig. 9). Par contre, au croisement C_4 de plusieurs trajectoires continues, il est nécessaire que tout usager arrivant par un tronçon quelconque, jalonné ou non, sache quel est celui qu'il doit prendre. Des plaques indicatrices ou négatives sont ici nécessaires dans toutes les directions (fig. 10).

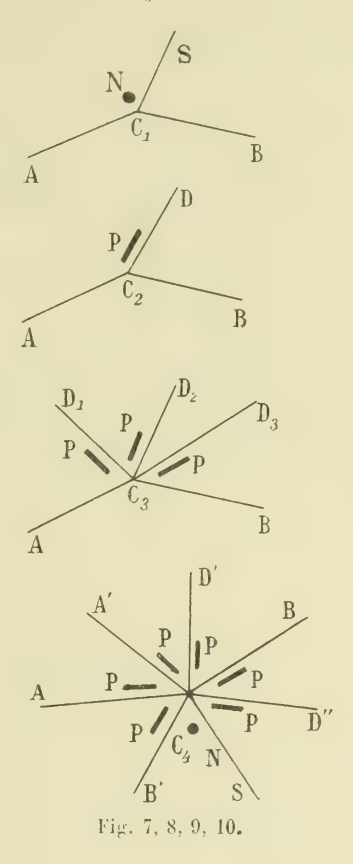


Fig. 7, 8, 9, 10.

Voies en traverse. — Les traverses de villages et petites localités peuvent être traitées de la même façon que les sections en pleine campagne, mais c'est ici que la plaque négative est appelée à rendre les plus grands services. Les rencontres de voies non jalonnées devenant plus nombreuses-la plaque négative devra fermer toutes les artères dans lesquelles on ne doit pas s'engager.

Traverses de villes. — Dans une ville d'une certaine importance, l'ensemble des rues forme un réseau trop complexe pour qu'on puisse, même

avec le signal négatif, isoler facilement des trajets déterminés, d'autant plus que ces trajets présentent souvent des troncs communs superposés sur des longueurs plus ou moins grandes. Une solution particulière nous paraît ici devoir être envisagée. Elle consiste dans la détermination, vers le périmètre de la ville, d'une trajectoire circulaire commode, indépendante des voies principales, et sur laquelle viendront se greffer ces dernières momentanément abandonnées.

V étant une ville dans laquelle les lignes pointillées représentent le réseau des rues, AB, A'B', A''B'' des trajectoires jalonnées, nous choisissons vers le périmètre un itinéraire circulaire *m m m* que nous jalonnons par un signal spécial que nous appellerons « signal circulaire » (une double flèche rouge par exemple), multiplié autant qu'il sera nécessaire (fig. 11 et 12). Tout usager, arrivant par l'une des trajectoires, n'a qu'à s'engager sur la voie circulaire et la suivre jusqu'au moment où il retrouve sa sortie, laquelle lui est indiquée par l'une des plaques p_1 p_2... p_n. A défaut de ce système, on est conduit à superposer sur chaque trajectoire, dans l'intérieur de la ville, toutes les plaques correspondant aux différentes directions possibles de sortie, ce qui devient absolument inextricable, ou, ce qui arrive le plus souvent, à renoncer passagèrement à tout jalonnement. Les différentes règles qui précèdent nous paraissent fournir une solution acceptable et rationnelle d'un jalonnement complet.

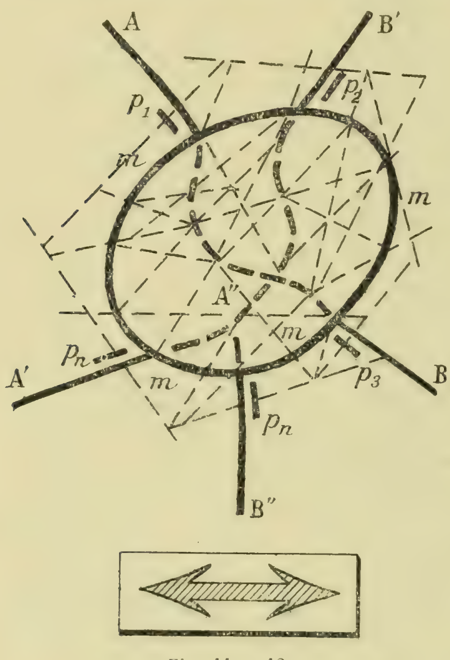


Fig. 11 et 12.

INDICATIONS A PORTER SUR LES PLAQUES. — En quoi, maintenant, consistent les indications à porter sur les plaques? — Elles doivent être aussi simples que possible; il est inutile d'y reproduire, notamment, les indications déjà fournies d'une façon très suffisante par les bornes. Le rappel du nom du département, par exemple, nous paraît inutile.

Nous proposerions volontiers deux modèles de plaques, à savoir :

1° La plaque simple pour carrefour en pleine campagne. Elle porterait simplement l'indication de la voie sur laquelle on s'engage et, en dessous, deux noms avec distances, celui de la localité extrême à laquelle aboutit la voie et celui de la localité la plus voisine ;

2° La plaque double d'entrée ou de sortie de traverse, avec inscriptions

semblables à celles de la précédente et le nom de la localité, dans laquelle on entre ou dont on sort, en plus.

Aux entrées de villes, cette plaque serait placée de façon à être vue en même temps que la plaque d'itinéraire circulaire, permettant ainsi, soit d'entrer dans la localité en suivant la voie parcourue, mais sans garantie d'un jalonnement précis et continu, soit de s'engager sur la circulaire avec la certitude de rencontrer à un moment donné la sortie correspondante.

Modèles de plaques. — De toutes les plaques dont nous avons eu en mains les dessins, celles du Touring-Club nous paraissent se prêter le mieux aux exigences d'un bon jalonnement et à l'application des principes que nous venons d'émettre. Nous verrions avec plaisir le Congrès proposer

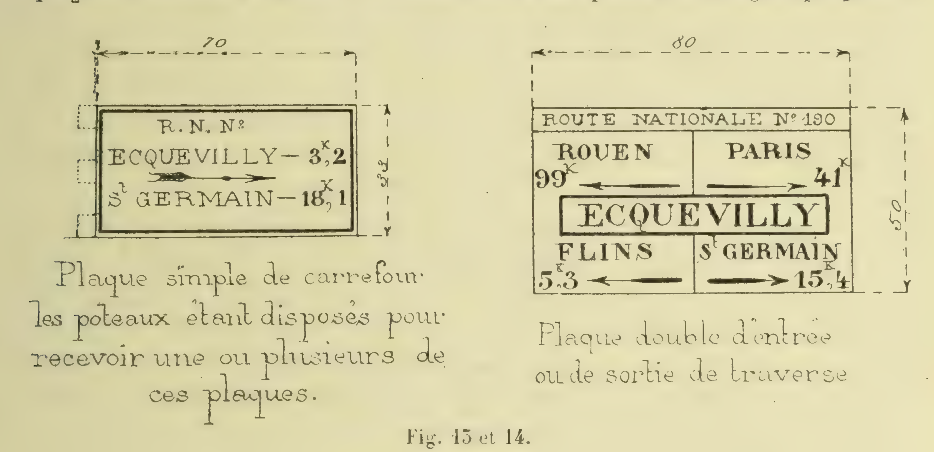


Fig. 13 et 14.

la généralisation des dispositions de leurs écritures qui sont celles ci-dessus (fig. 13 et 14).

Nature, couleur et dispositions des plaques. — Les plaques sont généralement en fonte ou en tôle. Il semble qu'on peut laisser toute latitude aux services intéressés en ce qui concerne leur mode de fabrication; l'important serait que leurs dimensions, leurs couleurs et leurs indications fussent uniformes.

Comme couleur des lettres et chiffres, le noir paraît encore ici préférable à toute autre; le renouvellement de la peinture étant plus difficile que pour les bornes, il y a intérêt à ne pas prendre un fond absolument blanc. Le ton saumon des plaques de Touring ou un ton bleuté clair semblent convenables.

Les avis sont partagés quant à la meilleure position à donner aux plaques. Au point de vue de la facilité de lecture, il y aurait certainement avantage à les placer à 45 degrés sur l'alignement de la route, mais la réalisation de cette disposition présente de telles difficultés en de nombreux carrefours, surtout aux angles de rues bâties, qu'elle paraît devoir être abandonnée.

Détermination des trajectoires. — Nous nous sommes occupé, jusqu'à présent, du jalonnement d'une trajectoire supposée définie ; il nous reste à dire comment nous concevons la détermination des trajectoires.

D'une façon assez générale, les voies de communication d'un pays sont classées d'après des errements plus ou moins anciens, résultant de l'origine même de chaque voie et de circonstances administratives diverses, telles que les conditions financières dans lesquelles elle a été créée. C'est ainsi qu'en France, par exemple, on a été conduit progressivement à la conception des routes nationales, départementales, chemins vicinaux de catégories diverses, chemins communaux ou ruraux, etc.

Le jalonnement, pour répondre dans la plus large mesure possible aux exigences de la circulation moderne, nous paraîtrait devoir faire abstraction de ces classifications trop souvent arbitraires.

Il semble qu'après avoir fait masse, sur une carte générale, de l'ensemble des voies de communication d'un pays, il y aurait lieu, tout d'abord, de partager ces voies entre les deux grandes catégories indispensables : celles qui méritent d'être jalonnées, et celles dont le jalonnement paraît peu utile ou doit, tout au moins, être ajourné.

Le réseau des voies appelées à être jalonnées étant défini, on peut y déterminer un canevas principal de grandes lignes de communication, sans se préoccuper en aucune façon du classement administratif des voies empruntées : l'ensemble de ces voies formerait, soit un grand quadrillage, soit un système rayonnant coupé par des transversales ou des circulaires, suivant la topographie générale du pays. Entre les mailles de ce réseau, les voies jalonnables, qui n'y seraient pas comprises, en formeraient les artères secondaires.

Enfin, il ne serait pas sans intérêt de superposer sur ce double réseau quelques trajectoires spéciales de parcours à grandes distances, jalonnées d'une façon autonome par les bornes myriamétriques dont nous avons précédemment parlé. Cette conception soulève, à première vue, une difficulté, en raison des irrégularités inévitables aux points de transition des différentes artères, dans les intervalles de deux bornes kilométriques successives ; mais il sera toujours possible, par un balancement convenable des numéros, et en admettant à l'occasion des myriamètres allongés ou raccourcis, de cumuler les différences de façon à limiter les erreurs locales, et l'erreur totale elle-même, au maximum de 1 kilomètre[1] : au point de vue de la circulation, cette manière de faire ne peut présenter aucun inconvénient réel.

On est maintenant tenté de se demander s'il ne serait pas logique d'aller plus loin et d'envisager un remaniement des groupements administratifs des voies publiques en harmonie avec les trajectoires. Mais cette conception conduirait à peu près partout à un bouleversement complet du

1. Aux changements de trajectoires, une double flèche semblable au signal circulaire urbain suffirait pour assurer la continuité de la grande trajectoire myriamétrique.

régime technique et financier des voies de communications et serait de nature à soulever des difficultés d'ordre économique et administratif, à la solution desquelles il est préférable de ne pas subordonner la question du jalonnement. Les considérations d'après lesquelles sont groupés les routes et chemins, au point de vue de leur gestion et des charges de leur entretien, sont fort différentes souvent de celles à envisager pour la détermination des trajectoires ; bornons-nous à établir que ce sont ces dernières qui doivent prédominer, dès qu'il s'agit des intérêts de la circulation.

Au surplus, le jalonnement, indépendant de la classification administrative, ne paraît devoir causer, une fois passé dans les usages, aucune gêne sérieuse. Les services techniques s'accommoderont assez facilement des lacunes introduites par ce jalonnement et des constantes qui correspondront à l'origine des sections jalonnées. Tout, finalement, se traduira par quelques additions de longueurs pour la confection des états statistiques. C'est là un inconvénient de second ordre dont on peut prendre son parti et qui ne saurait mettre obstacle à une réforme très importante à tous autres égards,

II. — SIGNAUX SPÉCIAUX PERMANENTS ET INTERMITTENTS

Aujourd'hui que la bicyclette et l'automobile permettent de circuler sur les routes avec des allures précédemment inusitées, il est reconnu qu'il devient nécessaire de signaler d'une façon spéciale, à l'attention de l'usager de la route, certains points et obstacles de nature à présenter des dangers lorsqu'ils sont abordés en vitesse ou sans précautions. D'où, l'usage des signaux spéciaux qui, grâce à l'initiative des sociétés sportives, se développe de jour en jour davantage.

Jusqu'à présent, aucun règlement administratif n'est intervenu au sujet de ces signaux qne les services de voirie ne placent à leurs frais que rarement et dans des cas très exceptionnels : ce sont cependant des plaques officielles qui ont marqué l'origine de ces signaux spéciaux; on en trouve encore quelques spécimens sur d'anciennes routes où elles semblent avoir acquis le caractère de monuments historiques; nous voulons parler des plaques qui indiquaient les limites des côtes dans lesquelles était autorisé l'emploi des chevaux de renfort d'après les règlements du roulage.

Les principaux obstacles qui doivent être aujourd'hui signalés sont les fortes déclivités, les tournants brusques, les cassis, les passages à niveau, etc.

L'attention est appelée sur le point ou le passage dangereux, par une plaque implantée en avant, à une distance variable de 150 à 300 mètres, cette dernière paraissant bonne à retenir. Tout le monde est à peu près d'accord pour admettre que cette plaque doit être placée au haut d'un

poteau, sur la droite de la route et inclinée à 45° environ sur l'axe de celle-ci.

Ces dispositions sont bonnes, et l'inclinaison, difficile à réaliser pour les plaques de carrefours, est ici très admissible, les indicateurs spéciaux ne se trouvant presque jamais, ni en traverses, ni à un carrefour.

Mais deux systèmes sont en présence pour rendre le signal intelligible, celui des indications écrites et celui des images parlantes.

Le premier système ne motive aucune explication spéciale, et les plaques installées par le Touring-Club et l'Automobile-Club avec des mentions telles que : RALENTIR : DESCENTE DANGEREUSE ; TOURNANT BRUSQUE, etc., répondent convenablement au but poursuivi.

L'Association générale automobile a, de son côté, adopté un code de signaux à images parlantes que nous nous dispensons de reproduire, parce qu'il se trouve dans la plupart des guides du touriste répandus dans le commerce. Ces signaux, d'une grande simplicité, se comprennent au passage, sans aucun effort de lecture. Ils ont un autre avantage, c'est de se prêter facilement à l'éclairage de nuit, et, à ces deux points de vue, nous pensons qu'il y aurait intérêt à se mettre d'accord pour les adopter d'une façon uniforme. Ils comprennent 15 figures très différentes les unes des autres et qu'on ne peut confondre; ils correspondent à peu près à tous les cas qui peuvent se présenter. Le signal « village », peu utile par lui-même, pourrait le devenir moyennant l'addition d'un chiffre de grande dimension faisant connaître la limite de vitesse en traverse que prescrivent certains arrêtés municipaux. Il remplacerait ainsi, par convention et sans commentaires, les placards variés, et d'une lecture pénible, qu'on rencontre à l'entrée de nombreuses localités.

Parmi les obstacles utiles à signaler aux usagers de la route, les passages à niveau sont les plus importants. Ils constituent en effet, à la fois des points plus ou moins dangereux permanents et des obstacles absolus intermittents : c'est à leur sujet surtout que se pose la question de l'éclairage de nuit.

A l'heure actuelle, les passages à niveau sont éclairés de nuit plus ou moins sommairement par les Compagnies; encore l'éclairage, qui ne consiste jamais qu'en une ou deux lanternes ordinaires au plus, est-il, souvent, supprimé pendant les périodes d'ouverture permanente.

Il est de toute nécessité que, sur les voies jalonnées, les feux généralement en usage soient renforcés, de façon à mieux projeter leurs rayons du côté de la route et sur la barrière elle-même; en outre, qu'ils soient tous doublés, de façon à marquer la droite et la gauche du passage; enfin que leur couleur indique si la barrière est ouverte ou fermée. Il serait désirable d'autre part, que le signal avancé pût être lui-même éclairé, tout au moins aux passages à niveau importants et cette question d'éclairage pourrait être mise à l'étude par le Congrès.

III. — SIGNAUX TEMPORAIRES

Nous n'avons que quelques mots à en dire, pour signaler surtout leur insuffisance et insister, là encore, sur la nécessité d'une entente pour l'adoption et la généralisation de règles uniformes.

Tant que la circulation sur les routes fut lente et peu intense, on se préoccupa peu de signaler les obstacles temporaires tels que chantiers de travaux et dépôts accidentels de toute nature. On admettait qu'on pouvait toujours éviter facilement ces obstacles au moment même où on les abordait et on se bornait à prévenir le public, par des placards et avis, des interruptions totales de circulation.

Ces mesures ont été longtemps suffisantes, sauf peut-être pour les diligences à l'époque où elles constituaient les seuls moyens de transports rapides. Mais les postillons, alors, étaient prévenus aux relais lorsqu'ils devaient rencontrer quelques difficulés et se tenaient sur leurs gardes.

De plus grandes précautions sont aujourd'hui nécessaires, et il nous paraîtrait utile, sur les voies jalonnées :

1° D'avertir de la rencontre d'un obstacle ou chantier, rechargements cylindrés compris, par un signal avancé analogue à ceux des obstacles fixes, mais de forme différente. Un losange vert, par exemple, avec une forte lettre noire R lorsqu'il s'agit d'un rechargement, répondrait bien à cet objet;

2° De signaler l'obstacle, la nuit, par l'éclairage du signal avanéc d'abord, puis par des feux bien visibles limitant la largeur du passage libre, sans préjudice des lanternes ordinaires de chantier qui doivent circonscrire la zone interdite;

3° De répéter le signal annonçant les chantiers de rechargement, à la première bifurcation, permettant un détournement, qui précède ou qui suit ce chantier.

La généralisation de ces principes, vers l'observation desquels on doit tendre, rendrait certainement les plus grands services à la circulation.

IV. — CONCLUSIONS

Nous n'avons pas la prétention d'avoir apporté, dans l'exposé qui précède, la solution de toutes les questions qui peuvent se poser à l'occasion de l'étude des signaux de la route.

En préconisant pour les bornes, les plaques de direction et les avertisseurs d'obstacles, certains types qui nous ont paru présenter quelques avantages, nous n'avons entendu donner que des indications propres à provoquer des discussions.

Les formes définitives, les dimensions, les couleurs et les dispositions de détail des nombreux organes que comporte le jalonnement d'une voie de communication, ne sauraient être arrêtées, et agréées d'un commun accord par les techniciens, qu'à la suite des études qui seront poursuivies au sein même du Congrès, et comme couronnement de ses travaux.

Quelques principes primordiaux seulement, tels que celui de l'uniformité, nous ont paru pouvoir être admis, en quelque sorte comme axiomes, et formulés d'une façon ferme. Nous avons insisté plus particulièrement sur eux et cherché à en faire ressortir la portée.

C'est dans cet esprit que nous nous permettons de présenter le projet de résolutions ci-après, auquel nous n'attachons, répétons-le, d'autre valeur que celle d'un simple programme propre à servir de point de départ pour l'ouverture d'intéressants débats.

1° Au point de vue de la circulation générale, toutes les voies de communication d'un même pays doivent être considérées comme formant un réseau unique indépendant de la classification administrative de ces voies.

Il y a lieu de distinguer dans ce réseau général deux catégories de voies : Celles qui présentent un intérêt suffisant pour mériter d'être jalonnées et soumises à un régime de signaux ; d'autre part, celles d'ordre secondaire sur lesquelles le jalonnement et les signaux ne s'imposent pas.

Les voies appelées à être jalonnées et pourvues de signaux doivent être classées en grandes artères de circulation, formant entre elles un premier réseau à larges mailles, et en artères de second rang garnissant ces dernières.

2° Le kilométrage et le jalonnement des voies classées comme il vient d'être dit, doivent être effectués, pour chaque artère, d'une façon continue et sur sa longueur totale, sans tenir compte du classement administratif des différents tronçons empruntés.

3° Le jalonnement d'une artère comporte des bornes kilométriques, des bornes hectométriques et des plaques de direction.

(*a*) Les bornes kilométriques, de forme parallélipipédique, doivent porter les indications suivantes :

Sur la face parallèle à l'axe de la route : la nature et le numéro administratif de la voie sur laquelle se trouve la borne, — le nom de la province ou du département ; — les noms des localités extrêmes reliées par l'artère considérée, avec les distances à ces localités ; — l'altitude du socle de la borne.

On peut ajouter utilement, sur cette même face, une indication des déclivités maxima, avec leurs longueurs, rencontrées dans les kilomètres adjacents.

Sur les faces latérales, l'indication de la localité la plus voisine et celle de la localité la plus importante rencontrées dans le sens de la marche, avec les distances correspondantes. En dessous, on peut noter le millé-

sime du dernier rechargement et la période d'aménagement pour les hectomètres adjacents.

(*b*) Les bornes hectométriques, prismes à base carrée de petite dimension, doivent porter, sur la face parallèle à la route, le rappel du kilomètre et la fraction hectométrique correspondante, dans le sens le plus convenable pour les besoins du service ; sur les faces perpendiculaires à la route, le millésime du dernier rechargement et la période d'aménagement pour les hectomètres adjacents.

(*c*) Des plaques de direction doivent être placées à l'origine de toute artère jalonnée prenant naissance sur une autre artère jalonnée. Aux croisements de voies jalonnées et carrefours multiples, des plaques de direction doivent être placées sur toutes les branches qui aboutissent en ce point.

Les plaques de direction doivent indiquer la nature et le numéro administratif de la voie à laquelle elles se rapportent, le nom de la localité la plus voisine et celui de la localité extrême de l'artère, avec les distances correspondantes.

Aux entrées et sorties des traverses, des plaques à double direction doivent donner, dans les deux sens, les renseignements qui précèdent et faire connaître, en outre, le nom de la localité dans laquelle on entre ou dont on sort.

A tout carrefour d'une artère jalonnée et d'une voie secondaire non jalonnée, dont l'aspect est de nature à faire hésiter le voyageur sur la direction à suivre, une plaque spéciale ou « signal négatif » fera connaître la voie qui ne doit pas être suivie.

Ces mesures sont applicables aux traverses de villages aussi bien qu'aux sections de voies en campagne.

(*d*) Dans les villes d'une certaine importance, on doit jalonner, au moyen d'un signal spécial, un itinéraire circulaire, convenablement choisi vers le périmètre de l'agglomération, sur lequel s'embrancheront toutes les artères aboutissant à la localité, s'en détachant ou la traversant. Des plaques de direction seront placées à tous les points de soudure sur cette voie circulaire.

(*e*) Il sera intéressant de kilométrer, d'une façon autonome, certaines grandes trajectoires à longs parcours, tracées sur le réseau d'ensemble des voies jalonnées. Ce kilométrage serait fait de dix en dix kilomètres, sur les bornes kilométriques transformées en bornes myriamétriques.

(*f*) Les obstacles relatifs rencontrés sur les routes, tels que fortes déclivités, tournants brusques, virages difficiles, cassis, passages à niveau etc., doivent être signalés à l'attention de l'usager de la route par des indications placées à 300 mètres en avant de la zone dangereuse.

Les signaux à images parlantes paraissent, pour cet objet, préférables aux indicateurs écrits.

(*g*) Les passages à niveau sur les routes jalonnées doivent être éclairés

de nuit par des feux puissants, blancs lorsque le passage est ouvert et rouges lorsque le passage est fermé. Ces feux doivent être disposés de façon à encadrer la largeur libre du passage.

Il est désirable que les signaux avancés annonçant l'approche d'un P : N. soient eux-mêmes éclairés de nuit.

A défaut d'un éclairage parfait, il convient que les barrières de P : N soient peintes en blanc vif.

(*h*) Les obstacles accidentels auxquels peut se heurter la circulation, chantiers de travaux ou de cylindrages, dépôts temporaires, etc., doivent être signalés par des indicateurs à distance, autant que possible éclairés de nuit et circonscrits sur place par des feux encadrant le passage libre.

Les rechargements doivent, en outre, être signalés aux bifurcations les plus proches situées de part et d'autre du chantier.

(*i*) Il serait utile qu'un code uniforme fixât les meilleures conditions de forme, dimensions, couleurs et mode d'implantation des bornes, plaques et signaux, susceptibles d'être recommandées dans les différents pays à l'attention des autorités compétentes pour en prescrire l'adoption.

(*j*) Il y aurait lieu, en dernière analyse, d'émettre le vœu que les gouvernements veuillent bien mettre à l'étude la question des voies et moyens propres à assurer la réalisation des résolutions qui auront été prises par le congrès sur les importantes questions qui précèdent.

Versailles, le 1er juin 1908.

SCHLUSSSÄTZE

Wir sind nicht so anspruchsvoll zu glauben, wir hätten in der vorstehenden Auseinandersetzung die Lösung aller Fragen gegeben, welche gelegentlich des Studiums der Strassensignale auftauchen.

Indem wir bezüglich der Meilensteine, der Richtungs- und Warnungstafeln gewisse Muster vorzugsweise anrieten, welche uns einige Vorteile zu bieten schienen, beabsichtigten wir, bloss einige Angabe mitzuteilen, welche einer weitern Verhandlung unterworfen werden dürfen.

Die entgültigen Formen, die Dimensionen, Farben und Einzelnheiten der zahlreichen, mit dem Abstrecken einer Verkehrsstrasse verbundenen Organe lassen sich erst bestimmen und von den Technikern übereinstimmend adoptieren, nachdem sie auf dem Kongresse einer reiflichen Bearbeitung unterbreitet worden sind, welche seinen Werken die Krone aufsetzen soll.

Nur einige Hauptgrundsätze, wie z. B. die Gleichmässigkeit, schienen uns einigermassen als Axiome angenommen und bestimmt abgefasst werden zu können. Wir haben ganz speziell auf dieselben gedrungen und suchten, die Bedeutung derselben hervorzuheben.

In diesem Sinne gestatten wir uns nachstehende Schlussanträge vorzuschlagen, auf welche wir, wie gesagt, keinen anderen Wert legen, als auf ein einfaches Programm, das interessanten Verhandlungen zur Grundlage dienen dürfte.

1° Hinsichtlich des allgemeinen Verkehrs sind alle Verkehrsstrassen ein- und desselben Landes als ein einheitliches Netz, das von der Verwaltungs-Klassifizierung derselben Strassen unabgängig ist, zu betrachten.

Es sollen in diesem allgemeinen Netze zwei Strassenkategorien unterschieden werden : Diejenigen, welche von genügendem Interesse sind, um würdig zu sein, einer Absteckung und einer Signalanordnung unterworfen zu werden; andrerseits, solche von minderm Werte, bei denen das Abstecken und die Signale ausbleiben können.

Die abzusteckenden und mit Signalen zu versehenden Strassen sollen wiederum in Hauptverkehrsadern, die unter sich ein breitmaschiges Netz bilden und in zweitklassige Adern, welche letzteres besetzen, verteilt werden.

2° Die Abmarkung und die Absteckung der beschriebenermassen klassifizierten Strassen müssen bei jeder Ader in zusammenhängender Weise und auf ihre ganze Länge erfolgen, und zwar ohne Rücksicht auf die Verwaltungseinteilung der verschiedenen behandelten Strecken.

Monet.

3° Das Abstecken eines Aders geschieht mit Kilometer- und Hektometersteinen, sowie mit Wegweisern.

a) Die Kilometersteine von parallelepipedischer Form sollen die nachstehenden Aufschriften führen :

An der Stirnseite : die Art und die Verwaltungsnummer der betreffenden Strasse, — den Namen der Provinz oder des Departements; — die Namen der von der befragten Ader verbundenen Endortschaften, sowie die Entfernungen; — die Höhe des Fussgestells des Marksteines. Es ist zweckmässig, die Angabe der auf den anliegenden Kilometern vorhandenen Maximalgefälle und ihrer Länge auf derselben Seite hinzuzufügen.

Auf den Seitenflächen : die Angabe der nächstliegenden und diejenige der bedeutendsten in der Fahrrichtung zu erreichenden Ortschaft, sowie die entsprechenden Entfernungen. Darunter könnte die Jahrszahl der letzt stattgefundenen Erneuerung und die sogenannte « Grossunterhaltungsperiode » für die anliegenden Kilometer stehen.

b) Die Hektometersteine, kleine Prismata mit viereckiger Grundfläche, haben auf der mit der Strassenaxe parallel laufenden Seite, die Wiederholung des Kilometers und die Angabe des entsprechenden hektometrischen Bruchs und zwar in der für die Dienstbedürfnisse zweckmässigsten Richtung; auf den zur Strasse normalen Seiten, die Jahrszahl der letzten Neuherstellung und die « Grossunterhaltungsperiode » für die anliegenden Hektometer zu tragen.

c) Es sollen Richtungstafeln am Ursprungsorte jeder abgesteckten Ader, welche wieder von einer anderen abgesteckten Ader abgeht, und an den Kreuzungs- oder Abzweigungspunkten von abgesteckten Strassen auf allen auf diesen Punkt auslaufenden Zweigen aufgestellt werden.

Die Verweiser haben die Art und die Verwaltungsnummer der Strasse, worauf sie sich beziehen, die Namen der nächstliegenden Ortschaft und der Endortschaft mit den entsprechenden Entfernungen zu führen.

An den Ein- und Ausgängen der Städte sollten Doppelrichtungstafeln in beiden Richtungen die vorstehenden Auskünfte erteilen und ausserdem den Namen der Ortschaft, welche man betritt oder verlässt, bekannt machen.

An jedem Kreuzungspunkte einer abgesteckten Aders und einer weniger bedeutenden, nicht abgesteckten Strasse, welcher den Strassenbenutzer im Unklaren über den einzuschlagenden Weg lassen könnte, soll eine besondere Tafel, « negativer Signal » genannt, die Richtung anweisen, die nicht einzuschlagen ist.

Diese Massregeln sind ebenso gut bei den Dörfern anzuwenden als auf freiem Felde.

d) In den Städten von grösserer Bedeutung ist mittels eines besonderen Signals ein in der Nähe des Umkreises der Wohnungen praktisch gewählter Rundweg abzustecken, welchen sämtliche diese Ortschaft bedienende Adern kreuzen sollen. Richtungstafeln sind an allen Verbindungspunkten auf demselben Rundweg aufzustellen.

e) Es dürfte von Interesse sein, gewisse grosse, weitreichende Linien, welche auf dem Gesamtnetze verzeichnet sind, in autonomer Weise abzustecken.

Die Abmarkung würde in Abständen von zehn Kilometern auf kilometrischen, beziehungsweise in diesem Falle myriametrischen Marksteinen erfolgen.

f) Gewisse Hindernisse, welche auf den Strassen vorkommen können, wie zum Beispiel steile Gefälle, scharfe Kurven, gefährliche Krümmungen, Bahnübergänge, Querschlagrinnen u. s. w., sollen dem Strassenbenutzer bekannt gegeben werden und zwar durch Angaben, die sich in 300 Meter Entfernung vor Erscheinen der betreffenden gefährlichen Stelle befinden.

Zu diesem Zwecke sollten die sinnbildlichen Signale den Wegweisern mit Aufschriften vorgezogen werden.

g) Die auf den abgesteckten Strassen befindlichen Bahnübergänge sind in der Dunkelheit durch starke Lichter zu beleuchten, und zwar durch weisse, wenn die Durchfahrt frei ist, und rote im entgegengesetzten Falle. Diese Lichter sollen womöglich die ganze freie Breite des Übergangs umrahmen.

Es wäre zu wünschen, dass auch die Vorsignale, welche die Nähe eines Niveauübergangs hinweisen, bei Nacht beleuchtet seien.

Bei mangelhafter vollkommener Beleuchtung erscheint es angemessen, die Übergangsbarrieren in grell weisser Farbe anzustreichen.

h) Die zufälligen oder provisorischen Hindernisse für den Verkehr, z. B. die Neuherstellungs- oder Bewalzungswerkstätte, die zeitweise gestellten Materialienniederlagen, sind durch in einer gewissen Entfernung stehende Tafeln kenntlich zu machen; letztere sollen bei Nacht beleuchtet werden; an Ort und Stelle ist der freie Übergang durch Lichter umzuschränken.

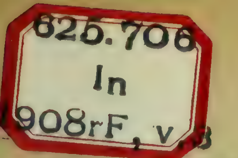
Die Neuherstellungen sollen ausserdem bei allen nächstliegenden Kreuzungen gemeldet werden.

i) Es wäre zweckmässig, eine einheitliche Verordnung aufzustellen zur Festsetzung der besten Ausgestaltungs-, Dimensionen, Farben- und Aufrichtungsverhältnisse der Marksteine, Tafeln und Signale, welche in den verschiedenen Ländern der Aufmerksamkeit der zuständigen Behörden behufs definitiver Vorschriften seitens derselben anempfohlen werden sollten.

j) Und schliesslich, sollte der Wunsch geäussert werden, die verschiedenen Regierungen möchten die Art und Weise, wie die vom Kongresse über die obigen wichtigen Fragen getroffenen Beschlüsse praktisch verwirklicht werden könnten, einem sorgfaltigen Studium unterbreiten.

Übersetz. BLAEVOET.)

1952. — PARIS, IMPRIMERIE LAHURE
9, rue de Fleurus, 9



I[er] CONGRÈS INTERNATIONAL DE LA ROUTE
PARIS 1908

7e QUESTION

LES
SIGNAUX DE LA ROUTE

RAPPORT

PAR

M. Joseph SATRE
Membre de l'Automobile Club de France

PARIS
IMPRIMERIE GÉNÉRALE LAHURE
9, RUE DE FLEURUS, 9

1908

LES SIGNAUX DE LA ROUTE

RAPPORT

PAR

M. Joseph SATRE

Membre de l'Automobile Club de France.

Depuis une quinzaine d'années, une révolution complète s'est produite sur nos routes. Celles-ci qui, n'étaient fréquentées jadis que par des chariots de transport, par la voiture du paysan allant au marché, ou par la lente ou inconfortable diligence, sont aujourd'hui sillonnées sans cesse par les bicyclettes et les automobiles. Ce besoin toujours croissant de déplacement, cette fiévreuse et intense circulation qui va en augmentant de jour en jour, ont entièrement modifié les conditions anciennes de locomotion, et appellent forcément une revision complète des règlements généraux de la route. Il faut des mesures qui permettent au voyageur et au touriste de se guider sans peine dans les longs trajets qu'ils sont appelés à faire, et en même temps qui leur assurent, ainsi qu'à tous ceux qui usent de la route, une sécurité rendue d'autant plus nécessaire par la rapidité et l'intensité de cette circulation.

Ces mesures, que nous appellerons « Signaux de la route », se divisent donc tout naturellement en deux sortes :

Signaux géographiques;
Signaux de sécurité.

Nous allons les passer successivement en revue.

I. — SIGNAUX GÉOGRAPHIQUES

1° *Bornes kilométriques.* — En général, principalement sur les routes nationales et départementales, le bornage est bien fait. Il est assez sommaire

sur les chemins vicinaux. — Il serait donc à désirer que ces chemins soient aussi bien jalonnés que les autres, les automobilistes et surtout les cyclistes s'en servant très fréquemment.

Pour les grandes routes il y aurait à souhaiter :

a) Que les bornes soient plus visibles qu'elles ne le sont parfois ; des tas de terre, des herbes, des broussailles les couvrent et empêchent de les apercevoir.

b) Que les inscriptions y soient *toujours lisibles* ; souvent elles sont effacées par la poussière, la boue, et quelquefois grattées par la malveillance. — Il y aurait donc lieu de veiller à maintenir ces inscriptions toujours nettes et faciles à déchiffrer.

c) La suppression du système (assez rare du reste) qui consiste à compter la distance de la ville où l'on va à l'envers, de telle sorte qu'à mesure que vous vous rapprochez de votre but, si vous lisez les bornes kilométriques, vous paraissez vous en éloigner. La route de Lons-le-Saunier à Besançon présentait en partie cet inconvénient il y a quelques années.

d) Enfin il serait à désirer que toutes les bornes soient faites *sur un modèle uniforme* de rédaction. Au milieu, sur la partie parallèle à la route, la distance du chef-lieu ; sur les côtés perpendiculaires à cette route, la distance de la première agglomération que l'on va traverser. Ce serait *toujours cette première agglomération, quelle que soit son importance*, qui serait inscrite, cela n'est pas général aujourd'hui ; j'ai souvent constaté que l'on négligeait les bourgs ou hameaux pour indiquer une localité plus éloignée, mais plus considérable. Or le touriste connaît presque toujours le centre plus important vers lequel il va ; mais il peut souvent lui être utile de savoir si, avant ce centre, il n'y a pas quelque localité de moindre importance qu'il va traverser.

2° *Indicateurs de direction*. — En ce qui concerne les poteaux de direction, ceux placés par le Touring Club de France sont parfaits. Les autres, à certains carrefours, surtout lorsqu'il y a plusieurs plaques sur le même poteau, ne montrent pas toujours assez clairement la direction à suivre et laissent place à l'hésitation. Il suffirait, pour supprimer cet inconvénient, de placer deux poteaux au lieu d'un, ou même simplement de rendre les plaques plus parallèles à la route qu'elles ont pour but d'indiquer.

Il faudrait aussi adopter un *modèle unique* de poteaux indicateurs, par exemple celui du T. C. F. qui est absolument lisible ; l'écriture se détache en noir sur fond clair, au lieu que les anciennes plaques de fonte aux lettres en relief ne se lisent parfois que très difficilement ou même pas du tout.

Tous les poteaux devront indiquer, comme les bornes, d'abord le centre principal voisin, chef-lieu, sous-préfecture, chef-lieu de canton, et ensuite le village ou le bourg le plus rapproché quelle que soit son importance.

— Cette double indication peut se faire sans inconvénient, les plaques étant assez larges pour permettre aux chiffres de bien se détacher les uns des autres.

Il faudrait aussi que, dans les villes et les grosses agglomérations, des plaques indicatrices de direction soient placées bien en vue et de préférence sous les becs de gaz ou les lampes électriques, de façon à pouvoir être lues aussi bien le jour que la nuit. De ce côté il y a une certaine lacune, et nous savons tous par expérience le temps que l'on perd à demander son chemin dans une ville que l'on ne connaît pas. — Je crois qu'il serait facile aux Municipalités de faire poser ces plaques qui ne constitueraient qu'une dépense infime faite d'ailleurs une fois pour toutes.

Comme exemple d'une ville bien jalonnée, je puis citer Vienne (Isère) où le touriste trouve sans aucune peine sa route vers le Midi ou vers Lyon. Mais le modèle du genre me paraît être la petite ville de Sablé (Sarthe). — Dans celle-ci des poteaux nombreux à doubles et quadruples plaques indiquent à l'entrée, à la sortie et dans les carrefours, toutes les directions que l'on peut suivre : Laval, Angers, Sillé-le-Guillaume, La Flèche, et le touriste qui y passe pour la première fois peut traverser la ville sans demander sa route à personne.

3° *Indicateurs d'altitude*. — Je crois que sur ce point rien ou presque rien n'a été fait. — Il serait cependant utile, dans les pays de montagne principalement, aussi bien pour l'automobiliste que pour le cycliste et même pour le piéton, de savoir, sans avoir à consulter sa carte à tout instant, la déclivité de la route qu'il a à parcourir et la longueur de cette déclivité. — Pourquoi n'adopterait-on pas un poteau indicateur avec, au milieu et en haut, l'altitude du lieu, et en dessous, à droite et à gauche, une ligne inclinée dans le sens de la pente au-dessus de laquelle on inscrirait le pourcentage de cette pente et sa longueur ? — Ce serait en somme, avec l'altitude en plus, la reproduction des poteaux indicateurs de pente que l'on trouve sur les voies ferrées.

II. — SIGNAUX DE SÉCURITÉ

Étant donnés les vitesses et le nombre toujours croissant des automobiles, il importe aussi bien dans l'intérêt de ceux-ci que dans l'intérêt des piétons ou des voitures attelées, d'examiner les moyens les plus propres à assurer la sécurité des uns et des autres. — Il se produit actuellement un changement radical mais nécessaire dans le genre de vie sur la route, qui peut blesser peut-être les esprits routiniers et ennemis du progrès mais qui s'impose par la force des choses et par la marche constante de ce progrès.

Je ne parlerai pas ici de la police de la route ; ce serait sortir de mon sujet. — Je me bornerai à exprimer le vœu que cette police soit appliquée

d'une façon plus constante et plus ferme, d'une façon plus impartiale, c'est-à-dire en verbalisant aussi bien contre les automobilistes qui contreviennent aux règlements que contre les voitures attelées et les cyclistes. — Tous ceux d'entre nous qui ont pratiqué l'automobile ont pu constater combien de fois le voiturier tient sa gauche, attèle en arrière de sa voiture un cheval qui, au dernier moment, se mettra en travers du chemin, dort sur son char, ou laisse son attelage seul au milieu de la route, alors qu'il lui serait si facile de le ranger sur un bas-côté. — Combien d'accidents arrivent par la non-observation de la police du roulage qui auraient été facilement évités si l'on avait observé ou fait observer ces règlements!

Au point de vue des signaux indicateurs d'obstacles ou de dangers, on ne peut rien trouver de mieux que ceux crées par l'Association Générale Automobile. — A quelque allure que l'on marche, la vue du signal indique l'obstacle beaucoup plus vite que n'importe quelle inscription qu'on n'a souvent pas le temps de lire. — De plus, ils ont l'immense avantage de constituer une langue internationale que tout étranger peut comprendre. — Il serait donc à souhaiter de les voir se multiplier de plus en plus.

Les poteaux du T. C. F., placés en si grand nombre, sont aussi d'une incontestable utilité. — Ils se trouvent en foule dans presque tous les endroits, et rendent d'inappréciables services.

Je voudrais voir placer ces poteaux un peu plus en arrière, *au moins à 500 mètres* du point qu'ils sont chargés d'indiquer (passage à niveau, descente, cassis, etc.). — J'ai constaté en effet à plusieurs reprises que ce serait chose utile, étant données les vitesses que l'on réalise aujourd'hui sur route. — Ce serait là une modification facile à faire pour les poteaux déjà placés en les reculant, et à observer en plaçant les nouveaux.

Je voudrais un règlement très sérieux pour les passages à niveau. — Sur les grandes lignes, cela va encore ; une lanterne les signale; mais sur les petites, on est sur la barrière avant de l'avoir aperçue. Il faudrait une ordonnance très sévère à ce sujet. Tout passage à niveau devrait être signalé la nuit par un feu *rouge*, un feu blanc exposant à le confondre avec la lanterne d'une voiture.

Tout véhicule arrêté sur la route, même sur les bas-côtés, devra être rigoureusement éclairé la nuit.

Toute voiture en marche devra être munie d'un feu blanc à l'avant et d'un feu rouge à l'arrière. — Le feu d'arrière est nécessaire à mon avis. — Il y a peu de danger à croiser une voiture allant dans le sens opposé; le voiturier, qui a aperçu les phares ou leur reflet, montera plutôt sur le talus ou descendra dans le fossé pour se garer. — Mais quand on a à devancer une voiture, il arrive souvent qu'on ne la voit que beaucoup trop près pour pouvoir freiner à temps. — D'où danger de rencontre et nécessité absolue d'avoir un fanal rouge à l'arrière aussi obligatoire que la lanterne blanche de l'avant.

Enfin un signal avertisseur puissant, pouvant s'entendre au moins à un

kilomètre, serait obligatoire pour les automobiles et réservé à eux seuls. — Le genre de ce signal serait à déterminer, et l'on pourrait organiser un concours à ce sujet.

Toutes les mesures dont nous venons de parler demandent de l'argent et du temps. — Le temps, on l'a ; l'argent, il ne serait peut-être pas aussi difficile de se le procurer qu'on pourrait le croire. — Les Municipalités pourraient y contribuer dans une certaine mesure, des particuliers offriraient des dons en argent ou en nature, enfin les Automobile-Clubs régionaux ne pourraient-ils prélever sur leur budget 1/5 ou 1/10 qui serait versé dans une caisse commune affectée aux améliorations que nous avons énumérées plus haut ?

RÉSUMÉ

Pour résumer ces trop longues considérations, il faudrait :

1° Unifier le type des bornes et des écriteaux ;

2° Multiplier le plus possible les plaques indicatrices de direction et des points dangereux ;

3° Installer des plaques indicatrices d'altitude et de pente ;

4° Éclairer rigoureusement tous les passages à niveau par une lanterne à verre rouge ;

5° Obliger toutes les voitures à avoir un feu blanc à l'avant et un feu rouge à l'arrière.

6° Créer un signal spécial pour les automobiles et pouvant s'entendre à une distance d'au moins un kilomètre.

L'auteur de ce rapport serait heureux s'il avait pu dans une faible mesure contribuer par ces quelques lignes à améliorer la circulation, à diminuer les chances d'accidents, et par cela même à développer le tourisme sur nos admirables routes, au milieu des sites si variés et si pittoresques de notre beau pays de France.

Saint-Chamond, 19 Mai 1908.

SCHLUSSSÄTZE

Um diese zu ausführlichen Erwägungen zusammenzufassen, wäre es nötig :

1° Dem Muster der Meilensteine und Tafeln eine einheitliche Form zu geben;

2° Die Richtungs- und Warnungstafeln bei den gefährlichen Stellen zu vermehren;

3° Tafeln mit Angabe der Höhe und des Gefälles aufzustellen;

4° Alle Eisenbahnübergänge mittels roter Lichter zu beleuchten;

5° Alle Fuhrwerken zu nötigen, vorn mit einem weissen und hinten mit einem roten Lichte versehen zu sein.

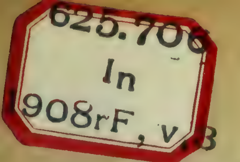
6° Für die Kraftfahrzeuge ein besonderes Signal zu schaffen, welches in einer Entfernung von mindestens 1 Kilometer hörbar ist.

Der Erstatter dieses Berichtes würde sich glücklich fühlen, wenn er durch dies paar Zeilen in bescheidener Weise dazu beitragen könnte, den Verkehr besser zu gestalten, die Unfallsmöglichkeiten zu vermindern und so den Tourismus auf unseren wundervollen Strassen in mitten so mannigfaltiger und mahlerischer Landschaften unseres schönen Landes Frankreich zu entwickeln

(Übersetz. Blaevoet.)

Satre.

62045. — PARIS, IMPRIMERIE LAHURE
9, rue de Fleurus, 9



Ier CONGRÈS INTERNATIONAL DE LA ROUTE
PARIS 1908

8e QUESTION

L'ÉCONOMIE DES TRANSPORTS SUR ROUTE ET LES VOIES MÉTALLIQUES

RAPPORT

PAR

M. C. JANSENS
Conducteur des Ponts et Chaussées à Ypres.

PARIS
IMPRIMERIE GÉNÉRALE LAHURE
9, RUE DE FLEURUS, 9

1908

L'ÉCONOMIE
DES TRANSPORTS SUR ROUTE
ET LES VOIES MÉTALLIQUES

RAPPORT

PAR

M. C. JANSENS
Conducteur des Ponts et Chaussées, à Ypres.

Le prix de revient des marchandises dépend essentiellement de quatre facteurs :

a) La valeur de la matière première et le coût de la fabrication ;

b) Les transports par eau, par chemin de fer, par route, et les transbordements ;

c) Les droits et les impôts ;

d) Les bénéfices des intermédiaires.

Réduire, dans une certaine proportion, l'importance de l'un de ces facteurs, c'est diminuer la dépense du consommateur, c'est, selon l'expression de De Gerstner[1], *accroître la prospérité des nations.*

Notons, en passant, que les transbordements de marchandises aux stations de chemins de fer peuvent être réduits ou supprimés par l'usage de caisses de wagons démontables.

Le transbordement à la main des matières pondéreuses dans les wagons de chemin de fer à voie étroite coûte 0,30 franc la tonne ; cette charge serait réduite considérablement si l'on transportait, sur voie normale, les caisses, démontables, des wagons du chemin de fer à voie étroite.

1. De Gerstner, *Mémoire sur les grandes routes, les chemins de fer et les canaux de navigation.*

« On vient de faire à Reims, dit *l'Illustration* de Paris, avec un « plein succès l'application d'un système de transport des marchandises « entre la gare du chemin de fer et le domicile des destinataires, dont il « existe déjà plusieurs exemples en Allemagne. Le principe du système « consiste à faire suivre aux wagons du chemin de fer, entre la gare et « les magasins ou usines, disséminés à l'intérieur de la ville, les voies de « tramway. De cette façon, ces dernières constituent, pour les commer- « çants et industriels, de véritables embranchements particuliers les « reliant par rails au chemin de fer, soit que les tramways desservent « directement leurs établissements, soit qu'ils passent à proximité et qu'il « suffise, par suite, de s'y raccorder au moyen d'une petite voie spéciale.

« Comme la voie des tramways de Reims n'a pas l'écartement normal, « on a combiné des trucs spéciaux très bas portant une plate-forme à « voie normale, sur laquelle on charge facilement les wagons au moyen « d'un plan incliné établi aux deux extrémités. Un certain nombre de « trucs sont automoteurs et prennent l'énergie nécessaire à leur fonction- « nement par un trolley relié au fil du tramway. »

Le prix du transport par route, ou camionnage, dépend lui-même de trois éléments : le *véhicule*, le *moteur* et la *voie charretière*.

« Il n'existe, dit De Gerstner, dans les ateliers de l'industrie manu- « facturière, aucune machine qu'on ne soumette au calcul pour en éva- « luer l'effet utile, et la meilleure est toujours, comme on sait, celle qui « produit cet effet avec la moindre dépense d'argent et de force mo- « trice. »

« Or il suffit de la plus légère attention pour reconnaître que toute voie « de communication forme, avec l'espèce de véhicule qui est approprié à « s'y mouvoir, un seul et même appareil dont il faut aussi, à l'aide du « calcul et des lois de la dynamique, apprécier les avantages et les incon- « vénients. Il est évident qu'il n'y a, dans des circonstances données, « qu'un seul de ces appareils dont on puisse tirer le plus grand effet « utile sous la condition de la moindre dépense. Que l'on considère main- « tenant l'énormité des masses qui circulent sur les voies de communica- « tion de toute nature, dans un pays tel que le nôtre, que l'on considère « les distances qu'elles y parcourent et l'on jugera combien la recherche « du meilleur système de transport présente d'importance et combien « son adoption économiserait de richesses. »

L'usage des voies de tramway et du trolley à Reims réalise, pour les transports, une triple économie : par la suppression des transbordements, par l'augmentation du rendement du moteur et de celui de la voie.

Ce dernier rendement est variable selon la nature de la voie, les profils et le tracé sous lesquels elle est construite, c'est-à-dire suivant l'*adaptation* de la route au véhicule et au moteur.

Le but de cette note est de faire ressortir la grande économie qu'il serait possible de réaliser en adoptant les voies métalliques sur routes.

Les trois genres de matériaux que nous aurons à comparer entre eux, au point de vue du rendement, sont : le *pavage* de porphyre, l'*empierrement* du système Trésaguet et les *voies charretières métalliques*.

L'effort de traction à la tonne, d'après M. l'Inspecteur général Debauve, est d'environ, pour les omnibus de Paris :

Sur le pavé : 14 à 22 kg, soit en moyenne. . . .	18 kg.
Sur le macadam : 21 à 33 kg, soit en moyenne.	27 —
Pour les tramways.	10 —

Et les conclusions de M. Debauve au sujet du tirage sont les suivantes :

Pour le pavage : 14 à 17 kg, en moyenne. . .	15,5 kg.
Pour l'empierrement : 12, 17, 19 kg, en moyenne.	16 —
Pour les rails creux des tramways : 8 à 10 kg, en moyenne	9 —

Au chemin de fer, la force dépensée pour la traction des wagons de marchandises circulant à une vitesse de 30 kilomètres à l'heure n'est que de *trois* kilogrammes la tonne.

Nous pouvons conclure qu'en adoptant sur route ordinaire la voie métallique sans ornière, l'effort de traction pourra être réduit de moitié; toutefois, et afin de rester en deçà de la réalité, nous supposerons, dans les calculs ci-dessous, que la dépense de transport soit réduite d'un tiers seulement.

Pour nos régions peu montagneuses, où les rampes ne dépassent guère 4 pour 100, nous évaluerons le prix actuel de transport de la tonne kilométrique à 21 centimes (M. Debauve l'estime à 0,30 franc); la réduction du prix de transport obtenue serait donc de 7 centimes la tonne kilométrique.

1er *Exemple.* — Un industriel qui emploie, en permanence, neuf chevaux pour le transport de marchandises entre son usine et la station du chemin de fer, distancés de 4 kilomètres, pourrait supprimer trois de ses chevaux s'il existait, sur ce parcours, des voies charretières métalliques.

Un cheval coûte, y compris l'amortissement, environ 1000 francs par an; l'économie réalisée serait donc de 3000 francs annuellement, indépendamment de celle devant résulter de la suppression d'au moins un conducteur et d'un camion.

Les voies charretières composées chacune d'une couple de rails vieux des chemins de fer entre lesquels seraient chassés des pavés artificiels (chêne, fonte, asphalte, etc...), établies sur une fondation de béton, donnent lieu, y compris le pavage, à une dépense de premier établissement de 25 francs le mètre courant, soit, pour les 4 kilomètres qui séparent l'usine de la station, la somme de 100 000 francs, ce qui représente, au taux de 3 pour 100, une charge annuelle de 3000 francs.

Le seul usager de la route que nous envisageons ici réaliserait donc un bénéfice égal à la charge résultant de la dépense qu'occasionnerait l'établissement de la voie charretière.

2e *Exemple.* — Une route pavée, d'une largeur de 5 mètres; les matériaux sont difformes et des travaux d'amélioration s'imposent, bien que l'usure ne soit pas complète et qu'il suffise d'y introduire deux ornières unies pour rendre la chaussée parfaitement carrossable.

L'importance des transports, sur cette route, est en moyenne de 60 tonnes par jour.

La dépense totale annuelle de ces transports est donc de : 60 tonnes × 300 jours × 0.21 franc = 3780 francs par kilomètre, et cette dépense serait réduite de $\frac{3780 \text{ francs}}{3} = 1260$ francs par l'introduction des voies métalliques.

L'aménagement de cette chaussée coûterait, d'après les trois systèmes que nous voulons comparer entre eux :

Dépense, au kilomètre, du premier établissement :

1° Pavage en matériaux oblongs de porphyre remaniés, en tenant compte de la valeur des matériaux vieux qui deviennent disponibles et que nous évaluons à 2 francs le mètre carré.

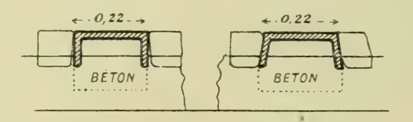
5 m. 00 × 1000 × (12 fr. — 2 fr.) = 50 000 francs, charge annuelle : 1500 francs le kilomètre.

2° Empierrement du système Trésaguet, en tenant compte de la valeur des matériaux vieux qui deviennent disponibles :

5 m. 00 × 1000 (5 fr. — 2 fr.) = 15 000 francs, charge annuelle : 450 francs le kilomètre.

3° Chaussée composée des matériaux vieux et d'une voie charretière métallique représentée par les figures 1, 2, 3 (annexe I) :

25 fr. × 1000 = 25 000 francs, charge annuelle : 750 francs le kilomètre.



4° Chaussée comme ci-dessus avec voie charretière métallique du système Demerbe et Cie, à Jemappes :

30 fr. × 1000 = 30 000 francs, charge annuelle : 900 francs le kilomètre.

5° Chaussée comme ci-dessus avec double voie charretière métallique du système Demerbe et Cie, à Jemappes :

58 000 francs; charge annuelle : 1740 francs le kilomètre.

Si les chaussées 3, 4 et 5 réduisent d'un tiers la dépense des transports de cette route, elles font réaliser, pour les usagers, une économie annuelle de : 3780 fr : 3 = 1260 francs le kilomètre.

Or, la différence entre la charge annuelle de la chaussée 2 et celle de la chaussée 3 n'est que de 300 francs le kilomètre. L'administration pourrait

donc, en imposant un péage de deux centimes la tonne kilométrique, adopter la chaussée 3 de préférence à l'empierrement 2, sans augmenter sa dépense de premier établissement et le public y réaliserait encore un bénéfice de 5 centimes la tonne kilométrique.

3[e] *exemple.* — Si nous prenons le cas d'une route de cent tonnes par jour, l'empierrement ne pourrait plus guère résister et il faut avoir recours aux systèmes 1, 3, 4 ou 5.

La dépense du pavage neuf est supérieure à celle des chaussées avec voies métalliques.

4[e] *exemple.* — Le même calcul nous prouve que pour une route de deux cents tonnes la dépense annuelle des transports sera de :

$200 \times 300 \times 0$ fr. $21 = 12\,600$ francs par an et l'économie à réaliser, en prenant les voies charretières de préférence au pavage, sera de :

$\frac{12\,600 \text{ fr.}}{3} = 4200$ francs par kilomètre et par an.

Ici la double voie métallique serait parfaitement justifiée.

OBJECTIONS

On objectera que les avantages à résulter de la réduction de l'effort de traction ne seront pas tels que le donnent les calculs ci-dessus; pour la traction animale, la dépense des transports n'est pas exactement proportionnelle au rendement de la voie; en effet, plus de 50 pour 100 du nombre des attelages ont un chargement de moins de 1000 kilos; or, avec une charge de 500 kilogrammes, la dépense de la tonne kilométrique augmente jusqu'à 0 fr. 70 et davantage. Mais il y a lieu de remarquer que, sur les voies métalliques, le cheval dépensera moins de sa force musculaire et que la vitesse de l'attelage pourra être augmentée.

Cette grande proportion de petites charges prouve l'utilité des transports en commun, et semble imposer, dans l'avenir, la création d'associations et de coopératives de transport.

Déjà aujourd'hui, dans les centres industriels, une même société anonyme est souvent, pour ainsi dire, l'unique usager de certains tronçons de route qui avoisinent ses établissements.

La traction mécanique sera moins onéreuse que la traction animale. « La voiture à vapeur, dit M. Périsse, permet des efforts variables, c'est-à-dire qu'on peut obtenir une vitesse presque constante sur des routes accidentées, la dépense de combustible se réglant exactement sur la puissance qui est nécessaire, d'où un bon rendement économique ». (Automobiles sur routes par Périsse.)

D'après M. de Dion-Bouton, la dépense de transport par camion à vapeur, d'une charge de 4 à 5 tonnes, n'est que de 9 à 12 centimes de coke par kilomètre et coûte moins de 40 pour 100 du prix de transport par tombereaux hippomobiles. (*Revue générale des Transports.*)

Ces simples considérations donnent une idée de l'immense économie qui sera réalisée par la collectivité, c'est-à-dire par le consommateur, lorsque l'avenir aura introduit la traction mécanique, les voies charretières métalliques et les transports en commun.

On objectera encore que la simple voie ne permettra pas aux véhicules chargés de se croiser. Or, il suffira d'imposer une réglementation sommaire pour porter remède à cette difficulté et d'accorder la *préséance* :

a) A tous les véhicules chargés rencontrant des voitures à vide;

b) Aux charges qui montent une rampe;

c) Enfin, sur une route déterminée, les charges pourraient être admises à avoir la préséance, avant midi dans un sens et après midi en sens inverse.

Un cheval peut, d'ailleurs, pour des évitements, produire momentanément un effort double (Debauve).

AVANTAGES

Outre celui de la réduction du tirage, les avantages de la voie métallique sont multiples :

1° Actuellement, l'entretien de nos chaussées est nécessité par deux causes : les *tassements* et l'*usure*. Avec les rails sur routes, ces deux causes disparaissent en grande partie.

La différence entre la charge annuelle des chaussées 2 et 3 n'est que de 300 francs le kilomètre.

Or, pour la plupart des routes de grande communication, le coût annuel d'entretien de la chaussée est de 600 francs le kilomètre; il suffirait donc que la voie métallique réduise de moitié cette dépense d'entretien pour supprimer la charge supplémentaire de 300 francs le kilomètre, entraînée par la construction de la voie 3.

« Le coût n'est pas énorme, dit le général Roy Stone[1], et il est amorti par la suppression presque complète des dépenses d'entretien de la chaussée en même temps que celui des véhicules de transport. »

2° Les inconvénients de la poussière et de la boue ne sont plus à craindre et la voie charretière métallique serait l'idéal d'économie et de confort pour tous les genres de véhicules, depuis les vélocipèdes jusqu'aux automobiles et aux transports les plus pondéreux.

3° Enfin, l'usage des bandes de roulage constituerait une excellente mesure de protection des animaux de trait.

Nous avons vu plus haut que l'Administration, en imposant un péage à la tonne kilométrique, pourrait, sans accroître ses dépenses ordinaires, introduire la voie charretière métallique sur les routes les plus importantes du pays.

1. Extrait du rapport du général Roy Stone, ancien ingénieur en chef des Ponts et Chaussées aux États-Unis d'Amérique.

Mais l'usage des Barrières appartient déjà à l'histoire et nous ne sommes plus au temps où celui qui se servait de la voie de communication était appelé à subir les charges de son entretien; cette marche administrative existe encore, cependant, dans certains pays, sous la forme de *prestations en nature*.

Il n'en est pas moins intéressant de constater que si les péages du passé existaient, les pouvoirs publics n'hésiteraient pas à entrer dans la voie que nous préconisons.

CONCLUSIONS

Et dans l'avenir?

Depuis que les Anglais, au XVIIIe siècle déjà, faisaient usage de planches de roulage pour le transport des produits de carrières, l'emploi des rails a pris, dans l'industrie privée, une extension quasi générale.

Le cheval de camionnage recherchera la voie du tramway, afin d'alléger son fardeau; le carrier transporte, jusqu'à la route, sur une couple de rails, ses wagonnets de sable ou de moellons; depuis nombre d'années, l'industriel a établi des bandes métalliques qui relient le fond de ses usines à la voie publique; l'entrepreneur utilise, sur toute la longueur du champ de ses travaux, sa voie de fer destinée à effectuer ses terrassements et ses approvisionnements : autant de manifestations certaines de la tendance à l'introduction générale des voies métalliques de roulage.

Seule, la théorie des routes — des routes en rase campagne s'entend — est longtemps restée stationnaire et nous voyons des pavés qui datent de plus de deux siècles!

« Une modification générale dans la méthode de construction des routes « à travers le monde, dit le général Roy Stone, paraît probable, et il « est urgent qu'elle ait lieu sans retard.

« Pendant l'ère chrétienne, alors que s'est réalisé un progrès continuel « dans les arts et dans les sciences, il n'y en a eu aucun dans celui de la « construction des routes.

« Les meilleures routes empierrées ne sont pas supérieures aux chaussées « romaines ou aux préhistoriques routes péruviennes et même pas aussi « bonnes au point de vue des fondations.

« L'exigence pour des méthodes meilleures paraît très logique.

« Il n'y a pas plus de motifs pour traîner un chariot à travers les « pierres et la boue que pour y faire passer une locomotive. Les deux cas « sont identiques. »

D'autre part il faut s'attendre, ainsi que nous l'avons vu plus haut, à une accentuation des transports en commun et de la traction mécanique; alors, mieux encore qu'aujourd'hui, le prix de la tonne kilométrique sera en rapport direct avec le rendement de la voie carrossable et nos estimations qui précèdent seront plus mathématiquement vraies.

Nous pouvons même entrevoir, dans un avenir éloigné il est vrai, une

organisation sociale dans laquelle un même organisme construira, entretiendra et utilisera les routes : c'est le régime actuel des chemins de fer de l'État ; et alors l'usage des voies charretières métalliques ne serait plus même mis en doute.

Et quelles pourraient être les applications immédiates du système?

Lorsqu'il s'agira d'améliorer ou de convertir une route pavée existante d'un trafic de 60 tonnes au moins, il sera *d'utilité publique* d'introduire les voies métalliques tout en maintenant, autant que possible, les vieux matériaux de la chaussée ; ce sera le cas, notamment, pour certains tronçons de routes, tous les ans labourés par le charriage et qui exigent un entretien fort onéreux pour le Trésor.

Lorsque l'importance du trafic de la route sera de 200 tonnes par jour, l'établissement de la double voie semblera justifié : il en sera ainsi, dans la plupart des villes, pour les artères reliant le centre aux gares aux marchandises ou aux quais de déchargement.

Enfin, il serait de grande utilité, dès maintenant, d'établir les rails dans les parties en rampe ne dépassant pas une certaine inclinaison.

ANNEXE I

Voie charretière construite au moyen de vieux rails des chemins de fer entre lesquels seraient chassés des pavés artificiels (chêne, fonte, asphalte, etc...;) ; les deux ornières établies sur une couche de béton conformément aux figures numéros 1, 2, 3.

L'écartement de 1 m. 50 est destiné aux voitures automobiles.

L'écartement de 1 m. 75 est celui du camionnage.

Dépense au mètre courant.

N° D'ORDRE	DÉSIGNATION DES OUVRAGES ET DES FOURNITURES	QUANTITÉS	PRIX DE L'UNITÉ	SOMMES
1	Démontage du pavage et terrassements .	»	»	0.50
2	Béton	0^{m3},12	14.00	1.68
	VOIE			
3	4 mètres courants de rails de 33 kg. . .	132 kg	0.092	12.14
4	Tringle d'écartement	»	»	2.00
5	Éclisses, crampons, etc	»	»	1.00
6	Pavés artificiels.	0^{m2},24	15.00	3.60
7	Pose.	»	»	1.50
8	Pavage en relevés vieux	4^{m2},50	0.60	2.70
	TOTAL.	....	....	25.12

Ypres, avril 1908.

62036. — Imprimerie LAHURE, rue de Fleurus, à Paris.

Fig. 1

VOIE CHARRETIÈRE

composée de

rails vieux des chemins de fer

et de

pavés artificiels

Fig. 2

Tringle d'écartement

Fig. 3

Détail de la Voie

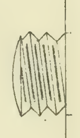
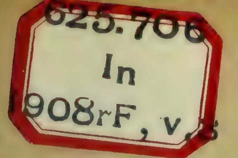


Fig. 1
VOIE CHARRETIÈRE
composée de
rails vieux des chemins de fer
et de
pavés artificiels

Fig. 2
Tringle d'écartement

Fig. 3
Détail de la Voie



94

Ier CONGRÈS INTERNATIONAL DE LA ROUTE
PARIS 1908

8e QUESTION

LA ROUTE

ET LES

SERVICES DE TRANSPORTS MÉCANIQUES

TRANSPORTS INDUSTRIELS

RAPPORT

PAR

M. ARNAUD
Ingénieur des Ponts et Chaussées, à Paris.

PARIS
IMPRIMERIE GÉNÉRALE LAHURE
9, RUE DE FLEURUS, 9

1908

LA ROUTE

ET LES SERVICES DE TRANSPORTS MÉCANIQUES

TRANSPORTS INDUSTRIELS

RAPPORT

PAR

M. ARNAUD

Ingénieur des Ponts et Chaussées, à Paris.

La transformation de la traction des transports industriels intéresse au plus haut point les services chargés de l'entretien des routes et chemins. Cette transformation a été lente jusqu'ici; si elle se généralisait en donnant des véhicules très lourds et très rapides, il serait indispensable et urgent d'adapter les chaussées à cette circulation nouvelle pour leur permettre d'y résister.

Les premiers essais pour appliquer la traction mécanique aux transports sur route datent d'assez loin, mais jusqu'à ces derniers temps les locomotives routières qui étaient seules employées ne donnaient pas de résultats économiques.

En 1897 eut lieu un premier concours de poids lourds organisé par l'Automobile Club de France, qui donna quelques espérances, et d'année en année les concours de l'Automobile Club ont révélé des améliorations importantes. Cependant jusqu'ici le coût de la traction mécanique sur route n'était pas suffisamment économique pour engager les industriels et les commerçants dans cette transformation coûteuse de leurs moyens de transports.

Aussi la transformation ne s'est-elle d'abord effectuée que pour certaines industries particulières où d'autres facteurs que le prix ont déterminé l'adoption de la traction mécanique. C'est ainsi que les Grands Magasins de Nouveautés et d'Alimentation de Paris ont recours à la traction méca-

nique pour leurs voitures de livraison en banlieue; qu'il en est de même pour le transport du papier nécessaire aux grands journaux de Paris, le camionnage des charbons à la Compagnie du Nord, des cokes de la Compagnie du Gaz de banlieue, la livraison des sucres de la raffinerie Say et l'enlèvement des terrassements du Métropolitain.

Trois types de voitures paraissent se dégager de l'ensemble des concours et des services industriels existants.

I. — VOITURES DE LIVRAISON, 4 TONNES ENVIRON

La voiture de livraison proprement dite portant des petits colis, dont la charge utile varie de 1000 à 2000 kg, exigeant un poids total de 2500 à 4.500 kg. Son coefficient d'utilisation est d'environ 42 pour 100. C'est la voiture des Grands Magasins de Nouveautés et de Consommation. Ses roues sont munies de bandages en caoutchouc pneumatiques ou pleins. Son moteur est un moteur à mélange détonant d'une puissance de 10 à 20 chevaux permettant une vitesse de 15 à 25 km à l'heure.

Ce type de voitures rend de très grands services par sa mobilité et sa vitesse, c'est en somme l'adaptation des voitures de tourisme aux véhicules industriels. Son action sur les routes n'a pas grand inconvénient, l'essieu le plus chargé n'atteint que 3000 kg et les bandages en caoutchouc dont les roues sont munies ne peuvent avoir à la vitesse de 25 km à l'heure une action nuisible sur la chaussée.

Dans le dernier concours qui a eu lieu dans le courant du mois de mai, sur les huit véhicules engagés dans les 3e et 4e catégories correspondant au type de la voiture de livraison, sept ont effectué le trajet total de 3001 km en 23 jours de marche sans aucune disqualification. La dépense de carburant a varié de 0 fr. 023 à 0 fr. 082 par tonne kilométrique utile ou encore de 0 fr. 028 à 0 fr. 106 la voiture kilomètre. La vitesse des différents véhicules a été très régulière, la moyenne a été de 16 km. à l'heure.

II. — CAMIONS A MÉLANGE DÉTONANT DE 6 TONNES ENVIRON

Le second type de voitures est le camion pour transport de colis lourds dont la charge utile varie de 2500 à 3500 kg exigeant un poids total de 4500 à 7500 kg avec un coefficient d'utilisation de 50 pour 100. C'est le camion industriel qui paraît susceptible de se généraliser. Son moteur est à mélange détonant d'une puissance de 15 à 30 chevaux permettant une vitesse de 10 à 20 km à l'heure. Ses roues avant ont des bandages en caoutchouc plein, ses roues arrière sont tantôt avec des bandages en caoutchouc plein, tantôt avec des bandages métalliques. Dans ce type l'essieu le plus chargé porte environ 4000 kg, c'est encore là une charge

admissible qui, à la vitesse de 20 km à l'heure, ne saurait être nuisible ni aux ouvrages d'art ni aux chaussées.

La tendance des constructeurs à diminuer le poids total de leur véhicule s'est manifestée d'une manière très nette au dernier concours, alors qu'à celui de 1907 la moyenne des camions pesait environ 7000 kg, en 1908 elle ne dépasse pas 6000 kg. Cette tendance est d'autant plus caractéristique que l'effort principal des constructeurs s'est porté sur ce genre de véhicules. Les 5ᵉ et 6ᵉ catégories du concours qui les comprenaient avaient le plus grand nombre de concurrents, 15 engagements sur 28. Des 15 véhicules partants, 11 ont effectué les 3001 km du parcours dans d'excellentes conditions. La dépense de carburant par tonne kilométrique utile a varié de 0 fr. 015 à 0 fr. 060 et par voiture kilomètre de 0 fr. 047 à 0 fr. 178.

Une autre remarque intéressante a été faite au cours de cette épreuve. Lors du concours de 1907, la vitesse moyenne des camions avait atteint jusqu'à 23 km à l'heure et les rapporteurs du Jury, MM. Longuemare et Lumet signalaient que « les roues n'étaient point faites pour ces vitesses ; les bandages sont arrachés, les blocs de caoutchouc volent en éclat ». En 1908, la vitesse ayant été mieux réglementée et beaucoup plus régulière, la moyenne a été de 13 km à l'heure pour l'ensemble des véhicules et n'a pas dépassé 15 km pour chacun d'eux. Aussi à la fin du concours les bandages en caoutchouc étaient en bon état. Les bandages en fer au contraire ne semblent pas avoir donné d'aussi bons résultats. Le métal a subi des chocs tels qu'il a été écrasé et mâché, des bavures sont apparentes sur les faces avant et arrière des jantes. De plus, le métal a été comme laminé, le bandage s'est allongé et, la chaleur aidant, les jantes en bois se sont disjointes. Si nous ajoutons que les bandages en métal ont en outre le grand inconvénient de soumettre le châssis à des trépidations nuisibles aux organes moteurs, la supériorité des bandages en caoutchouc paraît démontrée jusqu'ici par cette épreuve. Mais elle démontre en même temps qu'il est nécessaire, pour avoir des résultats économiques avec les bandages en caoutchouc, de bien les proportionner aux charges qu'ils ont à supporter et de ne point les soumettre à des vitesses excessives et à des démarrages et des freinages trop rapides. Ces conditions nécessaires pour un emploi économique des véhicules industriels ont pour les routes le grand avantage de ménager leurs chaussées : c'est là une heureuse rencontre dont il faut se féliciter.

III. — CAMIONS A VAPEUR DE 13 TONNES

Le dernier type, qui n'a pas participé au concours, mais qui est utilisé dans certaines industries, est le camion pour transport exceptionnellement lourds dont la charge utile est d'environ 5000 kg exigeant un poids total de 13000 kg, soit un coefficient d'utilisation de 38 pour 100. C'est le camion

employé pour le transport des matériaux et des déblais du métropolitain, du charbon, du papier, du sucre, toutes matières très pondérables. Son moteur est à vapeur système Purrey, d'une puissance d'environ cent chevaux permettant une vitesse de 8 km à l'heure en charge et de 12 km à vide. Les roues avant et arrière sont à bandages en acier. La charge sur l'essieu arrière peut aller jusqu'à 10 000 kg. C'est là une charge très forte qui, malgré la largeur des jantes de 20 à 22 cm, a une action plutôt nuisible sur la plupart des chaussées.

Les ingénieurs de la Compagnie du Nord qui emploie ce type de camion pour livrer la houille à Paris et dans la banlieue estiment que les frais de ce camionnage à vapeur ne sont pas plus élevés que ceux du camionnage à chevaux.

Au début de l'emploi de ces véhicules les industriels ayant en mains un puissant moyen de transports ont voulu lui faire rendre le maximum d'utilisation et essayé de transporter une charge utile de plus de 10 tonnes. De pareils véhicules arrivaient à peser de 20 à 25 tonnes dont 15 à 18 sur l'essieu d'arrière. Aucun revêtement de chaussée, si ce n'est le granit, ne pouvait résister à leur action destructive. La Compagnie du Nord qui avait fait établir un camion de cette importance pour livrer la houille a dû y renoncer et se borner à des camions transportant 5000 kg utiles du type décrit ci-dessus. Il en a été de même pour la raffinerie Say qui a d'abord utilisé 17 camions pesant en charge 19 à 20 tonnes et qui vient d'adopter un modèle plus léger analogue à celui de la Compagnie du Nord pesant en charges 12 tonnes environ.

L'expérience faite par la raffinerie Say est particulièrement concluante. Son service de transports automobiles entre la gare aux marchandises de la rue de Tolbiac et la raffinerie, suit constamment le même itinéraire par les rues de Tolbiac, Nationale, de Clisson et Jeanne-d'Arc. Il a été commencé en 1903 avec huit camions pesant en charge 19 à 20 tonnes, dont 3 munis de roues spéciales antidérapantes, à raison de près de 50 voyages aller et retour par jour. Son effet sur les pavages en grès a été désastreux. Une première amélioration a été obtenue en remplaçant les bandages antidérapants par des bandages lisses de 22 cm et en limitant la vitesse à 5 km à l'heure, mais elle n'a été importante que par l'adoption du modèle plus léger de 12 à 13 tonnes en charge totale.

C'est ce modèle qui est presque exclusivement adopté aujourd'hui pour le transport des matières très pondérables. Son action sur les chaussées, quoique moins destructive que celle de son aîné le camion de 20 tonnes, est encore très importante surtout si la chaussée est en partie déformée. C'est ainsi que sur la route départementale n° 7, boulevard de la République à Colombes, suivie par les camions transportant le papier du *Petit Parisien*, la chaussée en pavés de grès qui commençait à se déformer a été usée très rapidement par le passage de ces camions. La même remarque a été faite dans les essais effectués par M. Vasseur, ingénieur de la Ville de

Paris sur les différents revêtements de chaussées, sauf cependant sur le granit qui paraît très bien résister aux effets des camions à vapeur. Cette bonne tenue du pavage en granit a été aussi observée par M. Caldaguès, ingénieur du département de la Seine, sur le boulevard de Courbevoie à Colombes suivi par les camions du *Petit Parisien*. Dans ces diverses expériences et constatations, il y a deux faits importants à retenir : la tendance actuelle des Industriels à diminuer le poids total des véhicules automoteurs, ce qui facilitera considérablement l'adaptation des chaussées aux nouveaux modes de locomotion, et la possibilité de créer des itinéraires généralement suivis par ceux de ces véhicules qui transportent des poids extrêmement lourds, itinéraires qui pourraient être pavés en granit pour résister efficacement à l'action de ces lourds camions.

En ce qui concerne les ouvrages d'art, des véhicules de 13 tonnes à deux essieux dont l'un chargé à 3 tonnes et l'autre à 10 tonnes ne peuvent être considérés comme dangereux à des vitesses de 8 à 12 km à l'heure. La plupart des ouvrages métalliques ont été calculés pour que les charges prévues par la circulaire de 1891 ne les fassent travailler que bien au-dessous de la limite d'élasticité (le travail admis est environ les deux cinquièmes de la limite d'élasticité) ; on pourrait donc admettre sans inconvénient un travail supplémentaire de 30 pour 100 qui ne porterait la limite de travail admise qu'à la moitié de la limite d'élasticité. C'est ce qui a été accepté pour les ponts de chemin de fer quand M. le ministre des Travaux Publics a décidé que les ouvrages anciens ne seraient pas remplacés si les nouveaux modes de calculs ne faisaient ressortir qu'une augmentation de 30 pour 100 sur la valeur admise dans le nouveau règlement pour le travail du métal.

Or, les camions de 13 tonnes avec essieux de 3 et 10 tonnes ne donnent sur des ouvrages de 10 à 40 m. de portée que des augmentations de 30 pour 100 sur les chariots de 6 tonnes prévus à la circulaire de 1891, et ces calculs ont été faits en admettant que les camions se touchent, alors qu'en pratique, lorsqu'ils marchent en convois, ils doivent être à 15 m. les uns des autres ainsi que l'a reconnu la Commission militaire à la suite du concours de 1907.

Dans les expériences faites par M. Vasseur, sur le pont de la rue du Rocher formé de poutres de 20 à 23 m. de portée, les passages d'un tonneau automobile de 12 tonnes 5, à des vitesses de 6 à 16 km à l'heure, ont donné des flèches moins grandes que ceux d'un tombereau de 3 tonnes traîné par un cheval au pas.

La sécurité des ouvrages d'art ne paraît donc pas compromise, pour le moment, par le nouveau mode de locomotion; cependant si la tendance des constructeurs qui paraît être de diminuer le poids total des camions se modifiait et revenait aux poids très lourds, il y aurait lieu, soit de limiter ces poids, si leur nécessité n'était pas reconnue, soit, dans le cas contraire, de modifier la circulaire de 1891 et de renforcer les tabliers

métalliques sur routes, comme cela paraît imminent pour les tabliers métalliques sur chemins de fer qui ne répondent déjà plus aux besoins de l'industrie.

TRACTEURS

En dehors des trois types de véhicules industriels que nous venons d'examiner, la traction mécanique a été essayée à l'aide de tracteurs attelés à des véhicules ordinaires. Jusqu'ici cette combinaison n'a pas donné de grands résultats. Pour remorquer un poids important, le tracteur doit être assez lourd afin de ne pas patiner sur les chaussées humides, il en résulte une augmentation du poids mort qui rend cette solution peu économique. Le colonel Renard, pour éviter cet inconvénient, a imaginé sa transmission mécanique de la force du tracteur aux divers essieux des porteurs de manière à rendre ceux-ci moteurs; sa transmission est complétée par un dispositif d'attelage qui assure un tournant correct à tous les véhicules du train. Cette invention qui paraissait donner une solution satisfaisante du train sur route n'a pas encore été, à notre connaissance, appliquée d'une manière suivie à des services industriels.

ACTION SUR LES CHAUSSÉES DES DIVERS VÉHICULES INDUSTRIELS AUTOMOBILES

Cet aperçu des diverses solutions adoptées en France pour la traction mécanique des véhicules industriels montre que les constructeurs ont fait dans ces dernières années des progrès sensibles qui amèneront la transformation progressive de la traction à chevaux en traction mécanique. Les trois types vers lesquels tendent les efforts des constructeurs, paraissent donner satisfaction aux divers besoins de l'industrie et leur emploi semble au moins aussi économique que celui des chevaux.

Il y a donc lieu d'envisager l'extension assez rapide des véhicules industriels automobiles et de se préoccuper de leur action sur les chaussées des routes et chemins.

Nous avons vu que les deux premiers types n'avaient pas une action nuisible et que si le troisième restait dans certaines limites, que les constructeurs eux-mêmes et les industriels paraissent respecter, il serait possible, par l'emploi des pavages en granit sur l'itinéraire ordinairement suivi, d'obtenir des chaussées permettant de résister aux passages fréquents des camions à vapeur.

Il y a deux autres considérations que nous n'avons pas encore envisagées et qui sont favorables aux chaussées.

La première est que le transport par camions automobiles sur routes ne saurait lutter économiquement contre le transport par chemin de fer,

l'économie de celui-ci provenant de l'emploi de faibles déclivités et surtout des rails qui permettent de transporter en palier une tonne avec un effort de traction de 3 kg, alors que sur route l'effort doit être de 30 kg. Les camions automobiles ne se développeront surtout que comme moyen de transport à petite distance, autour des gares de chemin de fer pour amener les charges à domicile. Leur circulation sera donc importante aux abords des grandes gares et dans un rayon restreint ; elle se fera sur un petit nombre de voies sur lesquelles on pourra veiller plus particulièrement et que l'on pourra munir, si le besoin s'en fait sentir, de revêtements spéciaux; mais elle ne se produira pas, à moins de circonstances très particulières, en rase campagne d'une ville à l'autre, sur la grande majorité des routes et chemins.

La seconde considération favorable aux chaussées est, que les 2e et 3e types que nous avons envisagés peuvent, dans bien des cas, être mis en parallèle, la comparaison de leurs avantages et de leurs inconvénients paraissant très favorable au 2e type, lorsqu'il ne s'agit pas de transporter des masses indivisibles de plus de 3000 kg, transports en somme assez rare. Le camion à mélange détonant portant 3000 kg avec une vitesse moyenne de 13 km à l'heure rend, dans la majorité des cas, plus de services que les camions à vapeur portant 5000 kg à une vitesse moyenne de 5 à 6 km à l'heure (vitesse réalisée par la Compagnie du Nord). Leurs dépenses par tonne kilométrique utile sont analogues. Si l'entretien des bandages en caoutchouc, nécessité par le moteur à mélange détonant moins robuste que le moteur à vapeur, entraîne de plus fortes dépenses que l'entretien des bandages métalliques, par contre le moteur à essence consomme moins par tonne kilométrique utile que le moteur à vapeur, surtout si l'on considère que le coefficient d'utilisation est plus élevé, 50 pour 100 au lieu de 38 pour 100.

Le démarrage et le changement de vitesse, plus faciles avec le camion à vapeur, tendent à s'améliorer pour le camion à mélange détonant. Ce sont là les deux points faibles de ce dernier. S'ils étaient résolus d'une manière satisfaisante, et le dernier concours donne de légitimes espérances, le camion à mélange détonant serait plus avantageux que le camion à vapeur et le remplacerait dans la plupart des applications industrielles, au grand avantage des chaussées.

Cette comparaison des deux types de véhicules industriels n'a pu avoir lieu dans le dernier concours, le règlement fixant la charge totale maximum à 8000 kg et les camions à vapeur la dépassant de plus de moitié. Il serait désirable, aussi bien pour les industriels que pour tous ceux qui s'intéressent au sort de nos chaussées, que le prochain concours permît de se rendre compte si les camions à vapeur de 13 tonnes sont vraiment nécessaires pour l'industrie et s'ils sont destinés à se généraliser, ou si, au contraire, ils seront limités à quelques exploitations spéciales nécessitant le transport de masses indivisibles de plus de 3000 kg.

CONCLUSIONS

Comme conclusions nous proposons à la deuxième section du Congrès de la Route les motions suivantes :

1° Le Congrès, constatant les efforts faits par les constructeurs et les industriels pour limiter les poids et la vitesse des camions automobiles dans des limites admissibles pour la sécurité des ouvrages d'art et la conservation des chaussées, est d'avis qu'il n'y a pas lieu, pour le moment, de réglementer le poids et la vitesse de ces véhicules industriels, qu'il y a lieu d'attendre le résultat de la concurrence entre les deux types de camions, à mélange détonant et à vapeur, et de provoquer au besoin un concours entre eux afin de connaître quel est celui des deux dont l'usage se généralisera ;

2° Considérant que la circulation de transports industriels automobiles ne deviendra importante qu'en certains points spéciaux, notamment dans les grandes villes aux abords des gares, le Congrès estime que des itinéraires spéciaux pourraient être fixés pour les camions à vapeur, itinéraires dont les chaussées devraient être en pavés de granit ou en tout autre revêtement résistant et dont les ouvrages d'art seraient renforcés si leur travail effectif était supérieur de 30 pour 100 à la limite normale admise en France par la circulaire ministérielle de 1891.

Paris, juillet 1908.

62362. — Imprimerie Lahure, rue de Fleurus, 9, à Paris.

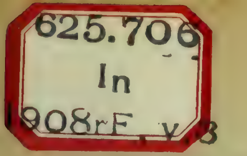
SCHLUSSFOLGERUNGEN

Als Schlussfolgerungen schlagen wir der zweiten Sektion des Kongresses nachstehende Anträge vor :

1. Indem der Kongress das Bestreben der Konstrukteure, Gewicht und Schnelligkeit der Motorlastwagen in annehmbaren Grenzen, behufs Schonung der Kunstbauten, und im Interesse der Strassenerhaltung, möglichst einzuschränken, zur Kenntnis nimmt, ist er der Ansicht, dass gegenwärtig zur Erlassung von Vorschriften bezüglich des Gewichtes und der Schnelligkeit von Motorlastwagen, kein Anlass vorliegt. Es ist das Endergebnis des Wettbewerbes zwischen den beiden Typen — mit Dampfbetrieb oder Verbrennungsdampfmaschine — abzuwarten, und im Bedarfsfall eine Konkurrenz zwischen beiden zu veranstalten, um denjenigen herauszufinden, der allgemein gebräuchlich werden dürfte.

2. In Erwägung, dass motorische Lastenbeförderung nur stellenweise, wie in grossen Städten und der Nachbarschaft von Bahnhöfen, grössere Verbreitung erlangen dürfte, ist der Kongress der Ansicht, dass Dampfwagen besondere Routen vorgeschrieben werden sollen. Die betreffenden Strassen wären mit Granit zu pflastern, oder deren Deckbau aus einem anderen widerstandsfähigem Material herzustellen. Die Kunstbauten wären zu verstärken, wenn deren Beanspruchung um 30 Prozent die durch Ministerialverordnung vom Jahre 1891 bestimmte, in Frankreich zulässige Grenze überschreitet.

(Übersetz. Blaevoet.)



Ier CONGRÈS INTERNATIONAL DE LA ROUTE
PARIS 1908

8e QUESTION

LA ROUTE

ET LES

SERVICES DE TRANSPORTS MÉCANIQUES

TRANSPORTS EN COMMUN

RAPPORT

PAR

M. LECHALAS
Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées à Rouen.

PARIS
IMPRIMERIE GÉNÉRALE LAHURE
9, RUE DE FLEURUS, 9

1908

LA ROUTE

ET LES

SERVICES DE TRANSPORTS MÉCANIQUES

TRANSPORTS EN COMMUN

RAPPORT

PAR

M. LECHALAS

Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées à Rouen.

L'objet du présent rapport se trouve nettement délimité, d'abord par son titre qui indique que les transports mécaniques en commun ne doivent être considérés que dans leurs rapports avec la Route, ce qui écarte toutes les considérations d'ordre purement mécanique, puis par le fait qu'un autre rapport doit être consacré aux voies de tramways, ce qui limite notre sujet aux véhicules sans rails, automobiles ou trains, type Renard ou autre plus ou moins analogue. Nous ajouterons que nous avons systématiquement évité toute excursion en dehors du territoire français, des Membres étrangers du Congrès devant sans doute lui apporter une documentation de bien meilleur aloi que celle à laquelle nous eussions pu prétendre.

L'enquête à laquelle nous avons procédé a fait ressortir une difficulté très grave, résultant de ce que, le cas d'entreprises subventionnées étant exceptionnel, on se trouve en présence d'entreprises libres, soumises uniquement à la double réglementation des voitures publiques et des voitures automobiles et échappant par suite presque complètement à la surveillance des Ingénieurs des Ponts et Chaussées et des Agents voyers. Ce caractère d'entreprises libres a d'ailleurs pour résultat une grande instabilité dans les services, ce qui empêche, dans bien des cas, toute observation sérieuse. Si l'on ajoute à cela que, dans plus de la moitié des départements, il n'exis-

terait aucun service automobile et que les services ayant quatre années d'existence sont exceptionnels, on comprendra sans peine que nous ne puissions apporter que des renseignements, ou peu précis, ou manquant de généralité.

Avant d'entrer dans l'examen des diverses questions qui feront le sujet de ce rapport, nous pensons devoir donner la liste des départements pour lesquels il ne nous a pas été fait de réponse purement négative, en indiquant le nombre de kilomètres desservis. On se souviendra d'ailleurs que notre enquête était exposée à bien des causes d'erreurs et que la situation se modifie rapidement.

NOMS DES DÉPARTEMENTS	NOMBRE DE KILOMÈTRES DESSERVIS	OBSERVATIONS
Ain	40	Service de Gex à Morez. — Cent voyages simples par an.
Alpes-Maritimes. . . .	?	Services variés, de saison, sur lesquels nous manquons totalement de renseignements.
Basses-Alpes	42	Service de Barcelonnette à la gare de Prunières. — Deux, un ou zéro voyages par jour dans chaque sens selon la saison.
Aveyron	52	Service entre Rodez et Espalion. Deux voyages dans chaque sens du 1er juillet à fin octobre 1907; un pendant la première quinzaine de novembre, puis suspension.
Bouches-du-Rhône. . .	?	Itinéraires variés essayés par un syndicat d'initiative. Deux voyages par semaine du 1er mai au 1er novembre 1907, puis suspension.
Calvados	56	Trois lignes dont deux en communication avec le réseau de l'Eure. Trois à six voyages en moyenne dans chaque sens; service toute l'année, plus intense en été.
Cantal	55	Service de Saint-Flour à Chaudesaigues; un ou deux voyages dans chaque sens durant six mois d'été.
Charente-Inférieure . .	15	Rochefort à Tonnay-Charente; départs toutes les heures. — Rochefort à Saint-Agnant, quatre voyages aller et retour.
Cher	16	Service par train Renard entre Nérondes et Blet fonctionnant depuis décembre 1907 à raison de trois voyages dans chaque sens.
Corse	166	Services entre Ajaccio et Vico, Ajaccio et Sartène. Un voyage simple par jour depuis juin et mars 1907.
Eure.	93	Quatre lignes en correspondance avec les réseaux du Calvados et de la Seine-Inférieure, et présentant une longueur de 93 km. — Deux à cinq voyages aller et retour en moyenne suivant les lignes.
Finistère	48	Tentatives de concours. Trois lignes avec trois trains dans chaque sens pendant quatre mois, un ou deux pendant le reste de l'année. Subvention de 35 000 francs.

NOMS DES DÉPARTEMENTS	NOMBRE DE KILOMÈTRES DESSERVIS	OBSERVATIONS
Hérault.	64	Une ligne existant depuis janvier 1908 avec un départ dans chaque sens. Une autre ligne irrégulièrement desservie.
Indre-et-Loire.	?	Essai d'août 1905 à février 1906, abandonné à cause de pannes incessantes. Subvention de 0 fr. 05 par kilomètre-voiture.
Isère.	48	Services d'été entre Saint-Laurent-du-Pont et la Grande-Chartreuse et entre Bourg-d'Oisans et le Lautaret. Nombre de voyages inconnu.
Loire	55	Deux lignes d'automobiles (35 km) en service depuis quelques mois avec trois voyages dans chaque sens. Une ligne de 20 km prolongée jusqu'à Thizy (Rhône) et desservie depuis le 12 avril 1908 par des trains Renard (voyageurs) : les marchandises viendront plus tard. — Deux voyages aller et retour pour les voyageurs. Il existe en plus un service de messageries seulement, entre Saint-Étienne et Lyon ; un voyage dans chaque sens, avec suspension de deux mois.
Manche.	87	Deux voyages dans chaque sens depuis octobre 1907 pour partie et janvier 1908 pour le reste. Subvention sur 28 km entre Périers et Isigny : 2000 fr. pour essai de cinq mois.
Haute-Marne	44	Service d'été entre Bourbonne et Vittel. Deux voyages aller et retour par jour.
Meuse	19	Service de Stenay à Montmédy avec trois voyages aller et retour. Décret du 27 septembre 1898. Subvention maxima de 13 022 fr. Fonctionnement du 22 avril 1899 au 15 mars 1901.
Morbihan.	25	Service entre Vannes et Sarzeau à raison de trois voyages aller et retour, abandonné par suite de ruine des chaussées.
Oise	71,5	Quatre lignes avec deux à quatre voyages. Service depuis novembre 1907. Subvention de 37 500 fr.
Orne.	57 43	Service sur trois lignes pas encore organisé régulièrement. En outre, service par trains Renard (un voyage aller et retour) et automobiles (deux voyages) avec subvention de 700 fr. par kilomètre (soumis au Conseil d'État).
Pas-de-Calais	44.5	Sur 8,5 km, trains Renard (entre Wimereux et Audresselles). — 4 à 5 voyages en moyenne aller et retour. Trois ou quatre voyages en moyenne sur les autres lignes.
Puy-de-Dôme	99	Deux lignes de 52 km sont de création toute récente. Une autre datant d'août 1907 fonctionne très irrégulièrement. Enfin deux lignes Michelin sont desservies par cinq à sept voyages aller et retour en moyenne.
Hautes-Pyrénées. . . .	114	Trois lignes desservies par un ou deux trains dans chaque sens depuis le 1er août 1907 jusqu'au 1er mars 1908.

NOMS DES DÉPARTEMENTS	NOMBRE DE KILOMÈTRES DESSERVIS	OBSERVATIONS
Pyrénées-Orientales . .	30	Omnibus à vapeur entre Villefranche-de-Conflent et Mont-Louis, du 15 mai au 15 septembre. — Un voyage dans chaque sens. Des trains Renard ont été autorisés en principe sans désignation d'itinéraires et ne fonctionnent pas encore.
Rhône	9	Service entre Villefranche, Denicé et Cogny. — Six voyages aller et retour en moyenne; suspension pendant un mois et demi. En outre service de messageries entre Lyon et Saint-Étienne.
Savoie	67	Services d'été faits en 1907 avec un ou deux voyages, exceptionnellement trois. L'un des services a continué jusqu'au 1er décembre (Aix au Châtelard).
Haute-Savoie	45	Service de Genève à Annecy, deux voyages d'octobre à mai, trois de juin à septembre. Subvention de 15 000 fr. en six annuités.
Seine (hors Paris). . .	3,5	Service entre la mairie de Levallois-Perret et la porte Maillot. Un départ tous les quarts d'heure. Essai ayant duré un mois en 1907.
Seine (Paris)	49	Six lignes d'autobus avec nombre de voyages dans chaque sens variant de 17 à 312.
Seine-et-Marne	114	Deux entreprises subventionnées avec un, trois ou quatre voyages. La ligne de Coulommiers-Meaux-Lagny-Couilly a fonctionné quelques mois en 1907, puis les voitures ont été vendues; celle de Coulommiers à Melun, mise en service en décembre 1907, fonctionne irrégulièrement.
Seine-et-Oise	14	Service de Mantes à Septeuil. — Quatre ou cinq voyages. Divers essais sans suite ont été faits par ailleurs.
Seine-Inférieure. . . .	220	Un réseau de 164 km est en relation avec celui de l'Eure; le nombre moyen des voyages y varie, suivant les lignes de deux à cinq. Deux autres lignes, de 12 km chacune, ont cinq voyages; quatre lignes d'été desservent des stations balnéaires. Le Conseil Général vient de voter une subvention annuelle de 11 000 fr. au maximum pour une ligne de 15 km entre Morgny et Vascœuil (voyageurs et marchandises). Le concours de l'État sera demandé.
Tarn	36	Entre Revel et Sorrèze (5,2 km). — Six voyages; entre Sorrèze et Castres, service irrégulier (le tout organisé dans les derniers mois de 1907). Subventions de 4500 fr. environ.
Vaucluse	10	Service entre Avignon et Châteaurenard. — Trois ou quatre voyages aller et retour (depuis le 15 octobre 1907).
Vosges	18	Deux lignes; un ou deux voyages par jour dans chaque sens. Subvention de 5 fr. par jour pour la ligne de Remiremont à Plombières (14 km).
Province d'Oran. . . .	229	Quatre lignes dont trois desservies quotidiennement dans les deux sens et une tous les deux jours.

Il suffit de jeter un coup d'œil sur le tableau qui précède pour reconnaître combien peu nombreux sont les départements où les services automobiles aient à la fois une ancienneté et une fréquence qui permettent d'en tirer un renseignement sérieux sur les rapports entre ces services et la route. On peut cependant faire état de ces services au point de vue du matériel adopté, sans attribuer trop de portée à ces indications. Nous commencerons par résumer les renseignements obtenus sur ce matériel.

POIDS DU MATÉRIEL AUTOMOBILE

Sauf de rares exceptions, qui tendent à se limiter au cas d'adoption des trains Renard, on emploie des voitures isolées à pétrole. Au point de vue du poids et du nombre des places offertes, on constate d'assez grandes différences. Le minimum de poids paraît correspondre au matériel de la ligne de Remiremont à Plombières (Vosges), qui ne pèserait que 1200 kilogrammes en ordre de marche et 1700 à pleine charge, offrant 7 places aux voyageurs. Le maximum se trouverait, sous réserve d'un cas exceptionnel signalé ci-dessous, dans les Pyrénées-Orientales, où les voitures de la ligne de Villefranche-de-Conflent à Mont-Louis ne pèseraient pas moins de 9000 kilogrammes en pleine charge, le nombre de places étant de 30 ; ce matériel est pesant, mais on doit remarquer qu'il s'agit de voitures à vapeur (système Purrey).

Les voitures les plus lourdes après celle-ci sont les autobus parisiens, pesant 7100 kilogrammes en pleine charge, avec 32 voyageurs : il semble que ce poids n'est que strictement suffisant, car on signale d'assez nombreuses ruptures d'essieux. Le poids unitaire (222 kilogrammes, voyageur compris) semble du reste inférieur à la moyenne.

Les voitures de Dion-Bouton utilisées par la Compagnie des Messageries Automobiles, qui exploite un assez grand réseau s'étendant sur les départements du Calvados, de l'Eure et de la Seine-Inférieure, sont de plusieurs types faisant ressortir les poids suivants, à pleine charge :

16 places. . . .	4000 kil.	poids unitaire. . . .	250 kil.
12 —	3500 —	—	292 —
12 —	3200 —	—	269 —
12 —	3000 —	—	250 —
9 —	2300 —	—	255 —

Il semble bien que, dans l'état actuel de l'industrie, on doive considérer 250 kilogrammes comme un minimum normal comportant, il est vrai, un certain poids de messageries qui n'existe pas pour les autobus parisiens.

Les voitures automobiles employées dans l'Ain seraient fort lourdes, pesant 5000 kilogrammes pour 15 places offertes : à pleine charge on arriverait à 6500 kilogrammes, parfois dépassés.

Dans l'Hérault, une voiture mixte à voyageurs et marchandises atteint 10 000 kilogrammes en pleine charge.

Quant à la répartition du poids total entre les deux essieux, elle est le plus souvent faite proportionnellement aux nombres 2 pour l'arrière et 1 pour l'avant. Elle s'éloigne cependant moins de l'égalité dans les voitures très lourdes.

Les tracteurs Renard pèsent généralement 3000 kilogrammes ou un peu plus: les voitures à deux essieux peuvent peser 3800 kilogrammes et, à trois essieux, 5400. Les bandages sont en acier, mais larges (0 m. 24 et 0 m. 32 dans le Pas-de-Calais). Dans la Loire, où les locomoteurs portent 22 voyageurs, leur poids est de 3500 kilogrammes à vide et de 4820 kilogrammes à pleine charge.

BANDAGES

Si l'on rencontre encore quelques bandages en fer, ils sont absolument exceptionnels; quant aux pneus, ils le sont encore plus; en outre de ceux qui existent sur les voitures des lignes Michelin, dans le Puy-de-Dôme, nous devons signaler ceux de la ligne de Brides à Pralognan (Savoie) et ceux de la ligne de Wimereux-Wissant à Calais (Pas-de-Calais). Le cas de beaucoup le plus fréquent est celui des caoutchoucs pleins; parfois, mais exceptionnellement, les roues directrices étant pourvues de caoutchouc, les roues motrices sont en fer : le plus souvent elles sont également munies de bandages en caoutchouc, soit simples, soit doubles à l'arrière pour combattre le dérapage. La largeur de ces bandages varie de 0 m. 06 à 0 m. 12. A Paris on a parfois mis trois séries de 0 m. 10 à l'arrière, mais on préfère trois rangées de blocs présentant chacune 0 m. 09 de contact.

ANTIDÉRAPANTS

L'usage des antidérapants est exceptionnel : dans les Basses-Alpes, une roue sur quatre en est munie; en Corse, sur la ligne d'Ajaccio à Sartène, les roues motrices portent des bandages de cuir ferrés de cinq rangées de clous; les voitures desservant la ligne de Saint-Laurent-du-Pont à la Grande-Chartreuse ont des jantes en bois armées de deux fers ⊔ dont les ailes font saillie. Les pneus utilisés dans le Pas-de-Calais et le Puy-de-Dôme portent des clous, mais les pneus de Savoie en seraient dépourvus. Enfin, dans le Tarn, les voitures de 20 places étaient armées d'une chaîne enroulée en spirale sur les bandages aplatis par l'usure; mais cette chaîne doit être supprimée.

VITESSES

Il est évidemment fort difficile de connaître avec précision la vitesse maximum atteinte sur une ligne ; mais la vitesse commerciale peut être connue plus exactement. Quoi qu'il en soit, presque toutes les vitesses maxima qui nous ont été indiquées s'échelonnent de 20 à 30 kilomètres à l'heure, et la moyenne s'écarte peu de 25 kilomètres. Quant à la vitesse commerciale, elle est presque toujours comprise entre 14 et 20 kilomètres. On peut, somme toute, considérer 25 et 18 kilomètres comme constituant des chiffres tout à fait normaux pour les deux catégories de vitesses.

DÉGRADATIONS DES CHAUSSÉES

Cette question si grave doit faire l'objet d'un rapport spécial. Il ne nous a pas cependant paru possible de nous en désintéresser, et nous avons cherché à connaître la part qu'on doit attribuer aux services de transports en commun dans les dégradations des chaussées. Nous devons d'ailleurs reconnaître que nous ne sommes pas parvenu à obtenir des résultats bien précis et on le conçoit sans peine, si l'on songe qu'il est souvent difficile de distinguer les dégradations dues aux véhicules ordinaires, aux voitures automobiles privées et enfin à celles qui assurent des transports en commun. Toutefois quelques faits paraissent ressortir des documents que nous avons pu recueillir[1].

A l'origine, on avait recours à des voitures à vapeur assez pesantes et munies de bandages en acier. Généralement les résultats ont été désastreux[2].

Nous indiquerons d'abord ce qui s'est passé dans le département de la Meuse où, du 22 avril 1899 au 15 mars 1901, a fonctionné un service subventionné par l'État et le Département entre Stenay et Montmédy (décret du 27 septembre 1898). Dire qu'il y avait subvention de l'État, c'est dire que le service comportait le transport des marchandises, et de fait le matériel comprenait un camion pouvant porter 5 tonnes et pesant alors 11 tonnes ; mais il résulte d'un très intéressant rapport de M. l'ingénieur en chef Küss qu'il avait peu de transports à assurer et était surtout employé comme voiture de réserve pour le service des voyageurs, lequel

1. Bien qu'en principe nous ne parlions que de ce qui concerne la France, nous signalerons les renseignements peu encourageants donnés par M. Vellguth, secrétaire de l'Union des Tramways allemands, dans un article publié par la revue *L'Industrie des Tramways et Chemins de fer* (n° de juin 1907).

2. Il ne s'agit pas de condamner l'emploi de la vapeur en lui-même, mais seulement celui des gros poids et des bandages en acier, car les moteurs à vapeur ont l'avantage de présenter une bien plus grande élasticité de régime.

était assuré normalement par deux omnibus de 22 places pesant 8 500 kilogrammes.

Bien que la vitesse moyenne de marche ne fût que de 14 kilomètres à l'heure, le maximum étant de 20, et bien que le nombre quotidien moyen des voyages aller et retour soit resté très sensiblement inférieur à 3, les résultats produits sur les chaussées ont été caractéristiques. Écoutons M. Küss : « La circulation de véhicules lourds et d'allure rapide, dit-il, use beaucoup la chaussée, bien qu'elle soit entretenue en matériaux d'excellente qualité (quartzite des Ardennes et trapp des Vosges sur la route nationale, cailloux de Longuyon sur la route départementale [1] ». Suivent des détails qui aboutissent à cette conclusion :

« Le service des voitures automobiles de Stenay à Montmédy impose, « en résumé, à l'Administration, en dehors d'une subvention en argent[2], « des charges qui ont été en 1900 de 38 800 + 700 — 12 000 = « 27 500 francs qui s'élèveront en 1901 à 53 800 + 700 — 12 000 = « 42 500 francs et qui se maintiendront les années suivantes à une somme « qu'on peut évaluer approximativement à 14 700 fr. Ces chiffres corres- « pondent à une dépense de consolidation de la route de 2000 fr. par « kilomètre, une fois payée[3], et à une dépense supplémentaire d'entretien « de 800 francs par an et par kilomètre, ou de 0 fr. 40 par voiture- « kilomètre ».

Ce rapport était du 7 novembre 1900, et on a vu que le service prit fin le 15 mars suivant.

Dans le Morbihan, une voiture à vapeur pesant 6 t. 5 en ordre de marche et 10 tonnes quand elle portait 40 voyageurs et leurs bagages a fonctionné entre Vannes et Sarzeau, sur une distance de 25 kilomètres, dont 7 appartenant à la Route nationale n° 165 et 16 à un Chemin de grande communication. Il y avait trois voyages aller et retour en été et deux en hiver. Sur la route nationale, on dut faire un rechargement général exceptionnel ; quant au chemin de grande communication, après un rechargement général, il exigea un supplément de crédit d'entretien de 6000 francs.

Le service entre Le Havre et Étretat, dans la Seine-Inférieure, débuta également avec des voitures à vapeur, elles portaient 24 voyageurs et pesaient 8500 kilogrammes en pleine charge. Le chemin de grande com-

1. Longueurs :

Route nationale n° 47	18.000 m.
Route départementale n° 5.	800 —
Total	18.800 m.

2. Maximum :

Pour le service des voyageurs et des messageries.	8.322 fr.
Pour la petite vitesse	5.700 —
Total.	14.022 fr.

3. Sur 4 à 5 kilomètres, il y avait lieu d'assainir le sous-sol de la route en approfondissant les fossés, décapant les accotements et drainant la plate-forme au moyen de pierrées.

munication suivi s'en trouva mal, et, si le service a continué, ce fut grâce à l'adoption de voitures à pétrole plus légères et munies de bandages en caoutchouc.

On pourrait sans doute invoquer le service de Villefranche-de-Conflent à Mont-Louis qui fonctionne depuis 1905 sans soulever de plaintes, bien que fait par des voitures pesant 9000 kilogrammes dont 6500 reposent sur l'essieu d'arrière. Mais, outre que les roues d'arrière ont des bandages de 0 m. 24 de largeur, on ne doit pas oublier que ce service ne fonctionne que du 15 mai au 15 septembre et ne comporte qu'un voyage quotidien dans chaque sens. Si l'on ajoute que la route subit de gros transports de matériaux dus à la construction du chemin de fer de Villefranche à Bourg-Madame, que les véhicules à un essieu en usage dans la région comportent des pressions de 250 kilogrammes à 300 kilogrammes par centimètre de bande alors que cette pression, pour l'automotrice, n'atteint jamais 140 kilogrammes, on comprendra que l'exemple n'a guère de portée générale.

Il y a bien encore les trains Renard qui paraissent admettre d'assez gros poids et se montrent rebelles aux bandages en caoutchouc. Sur ce dernier point cependant on doit noter que, dans le Cher, les roues motrices du tracteur sont pourvues de caoutchoucs compris entre deux cercles métalliques; mais les voitures remorquées n'ont que des bandages en acier, bien qu'ayant aussi des roues motrices et pesant jusqu'à 5200 kilogrammes, dont 2650 sur l'essieu central (il y en a trois). Mais nous manquons de renseignements sur les résultats obtenus : le service ne fonctionne que depuis le mois de novembre 1907 et, à la date du 25 février dernier, M. l'ingénieur en chef du Cher a pu seulement nous dire que le Service vicinal ne signalait pas de dégradations spéciales.

Dans la Loire, le service n'a dû être inauguré qu'en avril 1908 : on ne peut donc avoir encore de constatations intéressantes.

Reste le Pas-de-Calais où le train Renard fonctionne depuis le mois d'août 1906, avec une moyenne d'environ quatre voyages quotidiens aller et retour. Bien que les poids soient ici assez modérés (3000 kilogrammes pour le tracteur, 3800 pour les voitures et 4500 pour le fourgon), on constate des frayés déformant prématurément les empierrements. Il semble néanmoins que ces détériorations ne doivent pas entraîner la disparition de ce service.

Quoi qu'il en soit, un mouvement très marqué se dessine en faveur des automobiles avec bandages en caoutchouc plein ou, exceptionnellement, avec bandages pneumatiques. Nous allons étudier les constatations faites, sans nous arrêter à mentionner les départements où l'insignifiance ou la faible durée des transports n'a permis aucune constatation intéressante, positive ou négative.

Nous grouperons d'abord les trois départements du Calvados, de l'Eure et de la Seine-Inférieure, parce que, indépendamment de certaines lignes

isolées, on y trouve un réseau d'ensemble, exploité par la Compagnie des Messageries Automobiles, réseau ainsi constitué :

Département du Calvados.	56	kilomètres.
Département de l'Eure.	93	—
Département de la Seine-Inférieure. . .	164	—
Total.	313	—

On a vu que l'une au moins des lignes de ce réseau, celle du Havre à Étretat, fut exploitée d'abord au moyen de lourdes voitures à vapeur, avec bandages en acier ; puis des voitures à pétrole, à bandages en caoutchouc, de poids moindre, mais encore assez pesantes (4 tonnes avec 16 voyageurs) leur ont succédé et ont en grande partie fait place ensuite à des voitures de 12 ou de 9 places pesant, les premières, de 3000 ou 3500 kilogrammes à pleine charge et, les secondes, 2300 kilogrammes. Les vitesses maxima atteignent exceptionnellement 30 kilomètres, mais paraissent être normalement de 25 kilomètres à l'heure, et les vitesses commerciales de 18 à 20 kilomètres.

L'impression assez concordante des observations recueillies est que les voitures actuelles causent sans doute des frayés appréciables, mais que les dégradations qui leur sont attribuables sont de peu d'importance par rapport à celles que causent les voitures automobiles privées, plus nombreuses, armées d'antidérapants et marchant à grande vitesse. Les dégradations se produisent pendant la saison humide, où la chaussée est ramollie, et pendant la saison sèche où elle a tendance à se désagréger, étant généralement composée de silex. Elles se présentent sous la forme de deux frayés parallèles, où l'on distingue souvent les creux de forme elliptique qu'a signalés M. l'ingénieur en chef Salle dans son rapport sur le Circuit de 1906 (*Annales des Ponts et Chaussées de* 1907-*IV*). Cette tendance à former des frayés réguliers est singulièrement favorisée par l'habitude des conducteurs de suivre toujours l'axe de la chaussée quand rien ne les oblige à s'en écarter[1] : c'est là une des causes importantes de l'action néfaste des automobiles sur les chaussées.

Il convient de noter que, sur certaines sections de chemins de grande communication entretenues précédemment par petits emplois, on a substitué avec succès à ce mode d'entretien le système des rechargements cylindrés. M. Leblanc, agent voyer de l'arrondissement du Havre, évalue à 0 fr. 0152 l'augmentation par kilomètre des frais d'entretien résultant d'un passage, mais il a dû être bien difficile de distinguer la part afférente aux automobiles publics, la circulation des automobiles privés étant loin d'être stationnaire.

Ce que nous pouvons dire, c'est que les sections des Routes nationales de

1. Nous n'ignorons pas que, sur une route un peu bombée, la direction de l'automobile est beaucoup plus difficile à assurer quand la voiture ne suit pas l'axe : cela explique l'usage signalé, mais ne l'empêche pas d'être nuisible pour la route.

la Seine-Inférieure qui nous inspirent des inquiétudes à raison des frayés creusés par les automobiles sont précisément des sections que ne parcourent pas de services publics : telles sont la Route n° 27 de Rouen à Dieppe et une partie de la Route n° 15 de Paris à Dieppe.

Nous devons noter que, sur la Route n° 28, le service de Rouen à Bois-guillaume et Quincampoix, fait avec des voitures de 4000 kilogrammes au maximum par une Compagnie spéciale, n'exerce aucune dégradation appréciable sur une côte fort raide (6,4 pour 100 en moyenne, avec maximum de 7,2) empierrée en matériaux durs, tandis que, sur le plateau, la chausséeen silex présente des frayés de part et d'autre de l'axe de la route; mais nous sommes très porté à les attribuer bien plus aux automobiles privées qu'au service public, car elles ne se manifestent guère qu'en été.

Dans la Charente-Inférieure, on constate avec netteté la formation de petites flaches équidistantes qu'il faut se hâter de réparer.

En Corse, bien que les services ne fonctionnent que depuis 1907, on a constaté une usure supplémentaire notable avec formation d'ornières.

Dans la Loire on n'a pu constater aucune dégradation spéciale attribuable au « Fourgon Stéphanois », qui fait le service des messageries entre Saint-Etienne et Lyon. Les services à voyageurs, qui ont une vitesse commerciale de 20 kilomètres au lieu de 12 pour le « Fourgon », paraissent occasionner des frayés pendant les périodes d'humidité ou de dégel, spécialement dans les parties de routes à l'abri du vent et du soleil. Le poids est du reste assez élevé, 5300 kilogrammes. La chaussée, cependant sur sous-sol granitique très sec, est constituée de granit.

On doit noter que, dans les Hautes-Pyrénées, les services peu intenses qui ont fonctionné du 1er août 1907 au 1er mars 1908 ont creusé des ornières par temps de pluie, malgré l'exposition générale au Midi des sections suivies ; mais il s'agit de voitures atteignant 6 tonnes. De même, les voitures de 5 tonnes qui vont d'Annecy à Genève, et dont l'action en été est difficile à distinguer de celle des voitures privées, produisent en hiver de grands frayés avec ornières.

Dans le Tarn, en dehors des dégâts causés par une chaîne antidérapante, on ne se plaint guère des services publics : il est vrai que les voitures dépassant 3300 kilogrammes ne font qu'un service exceptionnel.

Enfin, dans le Pas-de-Calais, on se plaint, assez vivement, des dégradations causées par les antidérapants des pneus.

Nous avons remarqué, dans les appréciations formulées sur le rôle des virages et des déclivités sur les dégradations, qu'on est loin d'être unanime sur leur importance, surtout en ce qui concerne les rampes.

Au point de vue de la nature des matériaux, le calcaire, peu sujet à se désagréger en été, présente le grave inconvénient, durant la saison humide, de perdre de sa résistance et de se laisser facilement creuser d'ornières. A l'opposé, le silex est d'une désagrégation facile, en raison de sa friabi-

lité et de son absence de liant. Aussi, les matériaux durs, quartzites, trapps, porphyres, etc., présentent-ils des avantages considérables. Surtout s'ils sont cylindrés soigneusement, avec un minimum de matière d'agrégation, ils résisteront bien *en toute saison* : ce dernier point est caractéristique des exigences des services publics les plus importants qui, réduits sans doute en hiver, conservent cependant alors une activité sérieuse. Il est clair du reste que cette constitution de la chaussée doit être recherchée quelle que soit la résistance des matériaux employés, et que l'excellent usage des fondations est particulièrement à recommander là où le sous-sol manque de résistance, notamment durant la saison pluvieuse et à la suite des dégels.

Il est superflu d'ajouter que tous les procédés en usage pour combattre la désagrégation (goudronnage, emploi de matières hygroscopiques, etc.) peuvent rendre d'utiles services. La simple addition de matière d'agrégation à propriété un peu agglutinante, telle que la craie marneuse, peut enrayer dans une certaine mesure une désagrégation commencée, mais court grand risque de contribuer à augmenter la quantité de poussière.

On a pu remarquer combien nous avons peu parlé des camions destinés au transport des marchandises : c'est qu'en effet il semble qu'on n'en ait guère employé que pour pouvoir obtenir la subvention de l'État, et alors, ne satisfaisant pas à des besoins notables ou faisant payer des tarifs trop élevés, ils sont à peine sortis de leurs garages.

EXIGENCES RÉELLES A SATISFAIRE

Avant de résumer les conclusions pratiques de cette étude, nous pensons intéressant d'indiquer ce que pensent les automobilistes des conditions d'une bonne exploitation industrielle, car on doit chercher à connaître les desiderata à satisfaire.

Le rapport sur le concours de véhicules industriels organisé en 1907 par l'Automobile-Club de France constate d'abord le progrès réalisé notamment au point de vue de la vitesse des « poids lourds », puis il ajoute :

« Nous devons cependant dire que certains progrès sont payés très cher, « nous voulons parler de la vitesse toujours plus élevée. Le concours de 1907 « a démontré que les roues ne sont pas faites pour ces vitesses, que les « bandages sont arrachés, que les blocs de caoutchouc volent en « éclats.

« Doit-on chercher des bandages plus résistants?

« Doit-on marcher moins vite?

« Il faut une sage mesure en tout.

« Les bandages doivent faire des progrès, mais il est raisonnable de

« penser aussi que la vitesse des véhicules industriels a une limite que « l'on ne doit pas dépasser[1]. »

Ainsi, en dehors de toute considération relative aux chaussées, on en est venu à juger exagérées des vitesses moyennes de 17 à 25 kilomètres. Nous allons trouver une opinion analogue au point de vue des services de voyageurs, sous la plume des représentants de la Compagnie des Messageries automobiles dont nous avons déjà parlé à propos de son réseau normand.

Dans un mémoire destiné à solliciter l'allocation de subventions, cette Compagnie a posé son programme et voici comment elle s'exprime en ce qui concerne la vitesse :

« Depuis que l'automobilisme existe, l'expérience a amplement démontré « que, pour accroître la vitesse de quelques kilomètres, on se trouvait « amené à augmenter la dépense dans des proportions énormes. Ce que « l'on a constaté pour les voitures de tourisme s'est trouvé vérifié pour « les véhicules dits de « Poids lourds ». La trop grande vitesse doit être « proscrite et une vitesse commerciale de 20 kilomètres à l'heure devra « être envisagée comme une extrême limite qu'on ne devrait jamais « dépasser ».

Ces principes, formulés au seul point de vue des intérêts immédiats de l'entreprise, concordent trop bien avec ceux de la conservation des chaussées pour qu'on ne soit pas heureux de les voir formuler. Mais ce ne sont pas les seuls qui sont à relever dans le mémoire dont nous parlons.

« La vitesse, continue-t-il, n'est pas la seule cause de dépense ; il faut « considérer le poids, et l'on peut poser en principe que le rendement « économique d'une voiture est en fonction inverse de la vitesse et du « poids. Les efforts de la Compagnie tendent du reste à l'adoption d'un « type de voiture dont la vitesse commerciale serait de 18 kilomètres et « dont le poids à vide ne dépasserait pas 1400 kilogrammes. Une voiture « semblable n'aurait pas besoin d'un fort moteur dont la complication « des organes nécessite un entretien des plus minutieux. Un simple moteur « monocylindrique de 8 HP, dont l'entretien est pour ainsi dire nul, serait « certainement suffisant pour répondre à toutes les exigences du ser- « vice. »

Le mémoire justifie par des chiffres assez curieux cette réduction des dimensions des voitures, en montrant que, sur la plupart des lignes, elles seraient le plus souvent suffisantes, en sorte qu'il serait plus économique de les adopter, sauf à faire des départs supplémentaires, en cas de besoin[2].

1. *Bulletin officiel de la Commission technique de l'Automobile-Club de France*, n° de juin-juillet 1907, p. 109.

2. Il est intéressant de noter que M. l'Ingénieur en chef Küss, dans un rapport du 15 mars 1901, cité par le *Journal des Transports* du 9 mai 1908, disait qu' « il sera « toujours prudent de réduire à 10 ou 12 places la capacité des voitures à voyageurs « et à 3 ou 4 tonnes la charge utile des véhicules affectés au transport des marchan- « dises ».

Nous ne saurions qu'applaudir à une pareille organisation, mais il est un détail qui nous paraît malheureux, c'est l'adoption d'un moteur monocylindrique qui aurait une action particulièrement irrégulière et produirait sans doute davantage ces dépressions équidistantes qui caractérisent les frayés des automobiles.

CONCLUSIONS

Au point de vue du matériel automobile pour le transport des personnes en commun, il paraît très désirable de ne pas dépasser en général et sauf cas particuliers trois tonnes à pleine charge, s'il s'agit de voitures à deux essieux. Celles à trois essieux ne semblent pas entrées dans l'usage courant, mais sont à encourager, car l'existence de deux essieux moteurs et directeurs permet de diviser le poids adhérent et en même temps donne à la voiture plus de souplesse et réduit par suite l'action destructrice dans les virages.

D'autre part la vitesse doit être maintenue dans de sages limites : 25 kilomètres à l'heure comme maximum, correspondant à une vitesse commerciale de 16 à 18 kilomètres, serait un chiffre satisfaisant.

Pour les camions à marchandises, très peu employés comme mode de transport en commun, nous manquons de bases précises d'appréciation ; mais là, plus encore que pour les voyageurs, la vitesse doit être strictement limitée et le poids maximum mis en rapport avec la résistance des chaussées.

Quand il s'agit d'une entreprise libre, l'Administration est du reste à peu près sans moyen d'action, car l'autorisation exigée par l'article 18 du décret du 10 août 1852 sur la police du roulage paraît avoir pour but unique d'assurer l'observation des prescriptions réglementaires. Mais, quand une subvention est demandée, il est très légitime de chercher à concilier les exigences d'une bonne exploitation et celles de la conservation des chaussées : nous avons vu que ces exigences sont loin d'être contradictoires.

En ce qui concerne les mesures à prendre pour permettre aux chaussées de mieux résister à l'action destructrice des services publics d'automobiles, sans sortir des procédés ordinaires d'entretien, on doit recommander avant tout l'emploi de matériaux durs et non friables, parfaitement cylindrés, avec un minimum de matière d'agrégation ; surtout pour la saison humide, l'existence de fondations est extrêmement précieuse. Il va de soi d'ailleurs que, durant la saison sèche, le goudronnage et l'arrosage aux sels déliquescents peuvent rendre les plus utiles services : ce sont là sujets étudiés en détail dans d'autres rapports et pour lesquels une simple allusion suffit ici.

Rouen, le 30 mai 1908.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Hinsichtlich des rollenden Automobilmaterials für die Gesellschaftsbeförderungen erscheint es als wünschenswert, wenige Fälle ausgenommen, drei Tonne Nutzlast nicht zu überschreiten, wenn es sich um zweiachsige Wagen handelt; dreiachsige Wagen sind bisher wenig gebräuchlich; doch wären sie zu empfehlen, da das Vorhandensein zweier Trieb- und Lenkachsen eine bessere Gewichtsverteilung gestattet und gleichzeitig den Wagen elastischer macht, wodurch die zerstörende Einwirkung an den Kurven vermindert wird.

Andrerseits sollte sich die Geschwindigkeit in weisen Grenzen halten; eine Maximalgeschwindigkeit von 25 Stundenkilometern, welche einem wirklichen Stundendurchschnitt von 16 bis 18 Kilometern entspricht, wäre vollständig hinreichend.

Hinsichtlich der Lastenwagen, welche ja sehr wenig für die Gesellschaftsbeförderungen in Frage kommen, fehlt uns die genaue Grundlage zu Beurteilung. In diesem Falle sollen die Geschwindigkeit und die Maximalladung noch mehr als wenn es sich um Passagiere handelt, sich genau innerhalb der durch die Widerstandsfähigkeit der Strassen vorgeschriebenen Grenzen halten.

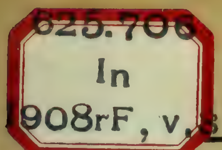
Soweit es sich um Privatunternehmen handelt, ist die Staatsverwaltung übrigens nahezu machtlos, denn die durch den Artikel 18 des Dekrets vom 10. August 1852 über die Fahrpolizei geforderte Bewilligung scheint bloss zu bezwecken, die Einhaltung der Fahrvorschriften im Auge zu halten. Wird jedoch eine Subvention verlangt, ist es nur berechtigt, wenn man versucht, die Bedürfnisse eines günstigen Betriebs mit den Erfordernissen der Strassenerhaltung in Einklang zu bringen : Wir haben gesehen, dass diese Erfordernisse keineswegs widersprechender Natur sind.

Hinsichtlich der Massnahmen, welche es den Chausseen ermöglichen sollen, dem zerstörenden Einflusse der öffentlichen Automobillinien besser zu widerstehen, lässt sich bemerken, dass, ohne Abweichen von den üblichen Verfahren, vor Allem die Anwendung harter und nicht bröcklicher Materialien empfehlenswert ist; dieselben sind gut einzuwalzen, mit möglichst geringer Hinzunahme von Bindemittel. Vornehmlich während der feuchten Jahreszeit wird man das Vorhandensein eines Unterbaues schätzen. Es ist selbstverständlich : während der trockenen Jahreszeit können die Teerung und das Besprengen mit Lösungen hygroskopischer Salze von grossem Nutzen sein : dieser Gegenstand ist aber bereits in anderen Berichten ausführlich besprochen worden; es genügt an dieser Stelle eine einfache Anspielung.

(Übersetz. Blaevoet.)

Lechalas.

62067. — PARIS, IMPRIMERIE LAHURE
9, rue de Fleurus, 9



Ier CONGRÈS INTERNATIONAL DE LA ROUTE
PARIS 1908

8e QUESTION

LES VOIES DE TRAMWAYS

RAPPORT

PAR

M. LIMASSET
Ingénieur en chef à Laon.

PARIS
IMPRIMERIE GÉNÉRALE LAHURE
9, RUE DE FLEURUS, 9

1908

LES VOIES DE TRAMWAYS

RAPPORT

PAR

M. LIMASSET

Ingénieur en chef à Laon.

Les tramways sont définis, en France, par l'article 26 de la loi du 11 juin 1880 ; ce sont des voies ferrées, à traction de chevaux ou de moteurs mécaniques, établies sur des voies dépendant du domaine public de l'État, des départements ou des communes.

Parmi les questions qui doivent être examinées, à l'occasion du Congrès international de la route, il en est une qui s'applique précisément aux voies de tramways. Nous devons l'examiner brièvement, en nous plaçant au point de vue spécial qui fait l'objet du Congrès.

Un tramway n'est justifié que pour réduire au minimum la résistance au roulement. Cet avantage ne doit pas être obtenu au détriment des autres usagers de la voie publique, aussi une réglementation générale s'impose-t-elle partout où il existe des tramways.

En France, les obligations auxquelles sont assujettis les concessionnaires de tramways ont une double origine. Les unes résultent d'un décret réglementaire tout récent (16 juillet 1907) rendu en exécution de l'article 38 de la loi du 11 juin 1880; les autres sont contenues dans un cahier des charges particulier à chaque concession, et qui est en général conforme à un type annexé à divers décrets (6 août 1881, 31 juillet 1898, 13 février 1900, 16 juillet 1907) rendus en exécution des articles 2 et 30 de la loi du 11 juin 1880.

LARGEUR DE LA VOIE. — GABARIT

La largeur de voie est fixée, pour chaque concession, par le cahier des charges ; il en est de même du gabarit du matériel roulant. Quant à l'entre-voie, dans les parties à plusieurs voies, elle doit être calculée pour qu'il

reste dans tous les cas un intervalle libre d'au moins 0 m. 50 entre les parties les plus saillantes du matériel roulant.

On n'admet guère en France que deux largeurs : la voie normale, comptée pour 1 m. 44, et la voie étroite, comptée pour 1 mètre ; cela résulte des termes de la circulaire ministérielle du 12 janvier 1885, qui avait en vue de permettre la circulation du même matériel sur des voies appartenant à des concessions différentes. C'est l'occasion de rappeler ici que le but cherché n'a pas été complètement atteint. Les voies ferrées comportent en effet, soit dans les appareils soit dans les voies en chaussée, des contrerails ou des ornières qui ne peuvent donner passage qu'à un matériel dont les roues ont un calage déterminé. M. Heude a signalé cet inconvénient dès le mois de janvier 1904, dans la « Revue générale des chemins de fer ».

Dans d'autres pays, on prévoit parfois des types de voies plus nombreux. C'est ainsi qu'en Prusse, par exemple, la loi pour l'exploitation des chemins de fer d'intérêt local admet 1 mètre 435 pour la voie normale, et 1 mètre, 0 m. 75 et 0 m. 60 pour les voies étroites.

Tout le monde paraît s'accorder pour recommander l'adoption presque générale de la voie de 1 mètre. La voie étroite est en effet plus économique, surtout si l'on a égard aux dépenses importantes qui incombent aux concessionnaires pour les voies en chaussée ; elle est aussi beaucoup plus flexible ; enfin, au point de vue spécial qui nous occupe ici, elle gêne moins la circulation ordinaire que la voie large, puisqu'elle occupe moins d'étendue sur le sol de la voie publique.

La voie normale ne doit être appliquée que dans des cas spéciaux, soit pour des lignes à très grand trafic, soit pour permettre le raccordement à un réseau préexistant.

Le gabarit du matériel roulant est défini dans le cahier des charges particulier à chaque concession. Des notes annexées au cahier des charges type indiquent que la largeur des caisses ne doit pas dépasser 2 m. 80 pour la voie large et 2 m. 50 pour la voie étroite, et que la largeur, toutes saillies comprises, doit être inférieure, dans chacun des cas, à 3 m. 10 et 2 m. 80. La hauteur du matériel roulant ne doit pas dépasser 4 m. 20 dans le cas de la voie normale ; aucune règle générale n'est formulée pour le cas de la voie étroite.

Ces prescriptions ne paraissent pas avoir donné lieu à des objections sérieuses; il semble qu'elles sont aujourd'hui consacrées par la pratique.

LARGEUR RÉSERVÉE A LA CIRCULATION PUBLIQUE

L'article 5 du règlement du 16 juillet 1907 se borne à donner des principes généraux. C'est au cahier des charges qu'il appartient de préciser.

Si on se reporte au cahier-type on trouve les indications suivantes :

Distance minima du matériel roulant à la limite de la propriété riveraine ou des alignements approuvés.	1 m 40.
Distance minima du matériel roulant à la crête d'un remblai, ou au pied d'un déblai	0 m. 75
Distance minima du matériel roulant à un obstacle isolé.	0 m. 60
Distance minima du matériel roulant à la bordure de trottoir, dans le cas de voies en chaussées;	
A) Stationnement des voitures supprimé.	0 m. 30
B) Stationnement des voitures conservé.	2 m. 60
Distance minima du matériel au bord du trottoir, dans le cas de voies sur accotement.	0 m. 30

On a admis quelquefois, à titre exceptionnel, des dérogations à ce qui précède, lorsque les circonstances l'exigeaient.

D'une manière générale, cette réglementation est considérée comme très rationnelle. Elle est presque toujours facilement réalisable et ne paraît pas avoir donné lieu jusqu'ici à des difficultés sérieuses.

Les figures 1, 2 et 3 donnent le tracé figuratif des profils en travers, conformément à ce qui précède.

EMPLACEMENT DES VOIES

Le règlement du 16 juillet 1907 donne à l'autorité concédante le pouvoir de déterminer les parties de voie qui seront établies sur un accotement praticable pour les piétons, mais interdit aux voitures ordinaires, ou sur la chaussée accessible aux voitures.

La position naturelle d'un tramway est, en principe, sur l'un des accotements. Si la largeur est insuffisante, le mieux est d'élargir la route en achetant une bande de terrain supplémentaire. L'élargissement ne doit pas être obtenu, en général, aux dépens de la chaussée, qui n'est presque jamais trop large et à laquelle il convient de conserver un profil en travers symétrique. Quant au déplacement de cette chaussée, c'est une solution presque toujours très onéreuse.

Pour ce qui est de la largeur libre à laisser à la route en dehors du trottoir occupé par le tramway, il faut la calculer pour permettre au moins le croisement des voitures ordinaires; on ne peut guère descendre pour cela au-dessous de 6 mètres, qui comprennent, outre la chaussée, l'accotement non occupé par le tramway; encore convient-il que cet accotement ne soit pas encombré par le dépôt des matériaux destinés à l'entretien.

Quand on ne peut pas placer la voie sur l'accotement, on est obligé de

la mettre sur la chaussée. La présence de la voie comporte alors une gêne appréciable, aussi bien pour la circulation des voitures ordinaires que pour l'exploitation du tramway. Toutefois, cette solution, mauvaise au point de vue que nous venons d'envisager, devient souvent indispensable quand il faut pénétrer au cœur des agglomérations. C'est une condition de vie très importante pour les tramways qui doivent chercher le trafic au point même où il peut naître.

La plupart des tramways suburbains ne comportent qu'une seule voie; il en est autrement des tramways de ville affectés au service spécial des voyageurs. Pour ceux-ci, la nécessité d'une grande vitesse commerciale s'impose de plus en plus, parce qu'un service accéléré augmente notablement le trafic et utilise mieux le matériel. Dès que la fréquence des passages atteint huit ou dix minutes, il convient, aussi bien dans l'intérêt du tramway que dans celui de la circulation ordinaire, d'abandonner les voies uniques avec évitements et d'adopter la voie double.

D'une manière générale, lorsqu'on doit placer les voies sur une chaussée accessible aux voitures ordinaires, l'emplacement le meilleur à tous les points de vue est celui qui respecte le mieux les courants de circulation créés par le charroi. C'est ainsi qu'on place de préférence les deux voies au milieu de la chaussée, cette disposition est en effet celle qui régularise le mieux la circulation et qui la gêne le moins. L'inconvénient qui résulte pour le public de la difficulté d'accès au tramway peut être atténué, en cas de besoin, par la création de refuges.

Quand la chaussée ne permet pas de recevoir les deux voies au centre, on doit les placer sur un des côtés, en y supprimant le stationnement des voitures ordinaires. Cette disposition présente beaucoup moins d'inconvénients avec deux voies qu'avec une seule qui, étant nécessairement parcourue dans les deux sens, gêne notablement l'un des deux courants de la circulation ordinaire.

Sur les larges avenues des grandes villes, on a adopté des solutions très variées. On recommande l'adoption de voies sur siège spécial toutes les fois que les circonstances le permettent. C'est ce qui a été fait notamment à Charlottenbourg dans la Handenbergstrasse et dans la Bismarkstrasse. La banquette du tramway comporte, dans cette dernière rue, une largeur de 4 m. 80; les terre-pleins d'isolement, installés de part et d'autre de cette banquette, sont garnis de gazon, de fleurs ou plantés d'arbres et présentent une largeur de 2 m. 05. Ces dispositions facilitent singulièrement le charroi, elles rendent l'entretien de la voie plus commode et moins dispendieux.

Quant au gazonnement de la plateforme, il présente certains avantages : il évite le soulèvement désagréable de la poussière occasionné par la circulation à grande allure des véhicules du tramway; la circulation se fait sans bruit. Avec ce dispositif, il convient toutefois de ne pas employer des traverses en bois qui ne se conservent pas sous un sol gazonné.

Nous donnons avec les figures 4, 5 et 6 quelques profils en travers caractéristiques empruntés au tramway suburbain de la banlieue de Laon. Le premier profil donne la position ordinaire de la voie, sur la route nationale n° 44, dans le faubourg Saint-Marcel; le second profil est applicable au chemin de grande communication n° 27, dans la traversée de l'agglomération d'Ardon; le troisième indique la combinaison adoptée en rase campagne.

Les figures 7 à 16 correspondent à des profils qui ont été admis à Marseille.

Enfin, les figures 17 à 20 représentent un certain nombre de dispositions appliquées dans quelques villes étrangères.

ORNIÈRE

Le règlement du 16 juillet 1907 porte, à son article 5, que les voies doivent être constituées avec des rails à gorge, ou accompagnés de contre-rails, toutes les fois qu'elles sont accessibles aux voitures ordinaires; la largeur des vides ne peut excéder 0 m. 029 dans les parties droites et 0 m. 035 dans les parties courbes.

Toutefois, l'Administration peut, à titre révocable, dispenser le concessionnaire de poser des rails à gorge ou des contre-rails sur tout ou partie des voies publiques dont le sol est emprunté par la voie ferrée. Nous reviendrons sur cette tolérance, quand nous traiterons de la construction des voies.

Cette réglementation a conduit les constructeurs à imaginer divers types de voie Vignole avec contre-rails. Nous donnons à titre d'exemple, avec la figure 24, le type adopté par les chemins de fer de la banlieue de Reims. Le contre-rail est formé d'un rail Grammont à patin étroit, réuni au rail proprement dit par des boulons engagés dans des tubes manchons en fer, pour maintenir l'écartement.

La prépondérance est incontestablement acquise, pour les voies en chaussée, aux rails à gorge, qui sont représentés en France par le type Broca. Les figures 22 à 27 donnent les coupes de quelques rails employés dans diverses exploitations. Les figures 28 à 30 donnent une idée des modifications que l'on fait subir à la gorge dans les courbes.

L'ornière des rails ne peut, en aucun cas, avec les dimensions imposées, endommager les voitures ou les animaux qui s'engagent sur la voie. En Prusse, la réglementation est plus tolérante; la largeur de la gorge, en alignement droit est de 0 m, 03; en courbe, elle peut atteindre 0 m. 04, encore tolère-t-on certaines dérogations. Bien plus, dans les voies à prise de courant souterraine, la rainure de prise de courant doit présenter une largeur maxima de 0 m. 03, en alignement droit et qui peut aller jusqu'à 0 m, 045 dans les courbes.

Nous pensons que les dimensions des ornières, telles qu'elles résultent de la réglementation française, peuvent être maintenues. Sans imposer aux concessionnaires de tramways des sujétions inadmissibles, elles suffisent pour empêcher que les intérêts de la circulation ordinaire ne soient compromis.

COURBES ET DÉCLIVITÉS

Les courbes et les déclivités sont limitées, pour chaque concession, à un maximum défini à l'article 5 du cahier des charges. Lorsque l'exploitation se fait au moyen de locomotives, les rayons des courbes sont en général limités à 40 mètres. Dans les autres cas on ne descend pas, en principe, au-dessous de 20 mètres, de nombreuses dérogations ont cependant été admises suivant les circonstances.

En Prusse, le rayon des courbes, sur les lignes empruntant la voie publique, ne peut être inférieur à 15 mètres ; des courbes plus accentuées ne sont tolérées que quand il est prouvé que le matériel roulant peut les passer sans difficulté.

Il existe, en fait, des courbes avec des rayons beaucoup moindres. On cite les tramways de Genève, avec des rayons de 9 mètres et 10 mètres pour une voie de 1 mètre ; les tramways de Bâle avec 10 mètres ; ceux de Kœnigsberg avec 11 mètres ; ceux de Barcelone avec 12 mètres ; ceux d'Aix-la-Chapelle avec 13 mètres, etc.

Quelques exploitations donnent à la voie un surécartement dans les courbes ; d'autres, comme à Bruxelles, Cologne, Düsseldorf, Copenhague, etc. réduisent la largeur, afin de reporter l'usure sur la tête du rail plutôt que sur le contre-rail et pour réduire les secousses à l'entrée. Pour adoucir le passage on a aussi recours, quelquefois, aux courbes de raccordement.

Le dévers donné au rail extérieur dans les courbes doit être observé, conformément aux règles admises, toutes les fois que la voie est en accotement et possède un siège propre. Quant aux voies en chaussée, elles doivent nécessairement épouser le profil de la rue, et le dévers ne pourrait être obtenu qu'en aménageant la route avec un virage surélevé, suivant les prescriptions de la circulaire ministérielle du 5 juillet 1905. Il ne faut pas attribuer une importance exagérée à cette question. Il convient, en tout cas, de distinguer entre les courbes de rayon moyen situées en pleine ligne, susceptibles d'être prises en vitesse et celle de faible rayon, généralement placées dans les carrefours, et où la vitesse des voitures est nécessairement ralentie.

Pour les premières, la surélévation est utile, et il y a avantage à l'obtenir quand on peut. Pour les secondes, la surélévation ne présente pas un grand intérêt, elle présente même certains inconvénients en rendant difficile la construction des croisements et en soumettant le châssis des

voitures à des torsions nuisibles. On se contente le plus souvent de placer les rails au même niveau.

Il arrive que, même dans les parties en alignement, pour éviter une trop grande dénivellation de la chaussée, il est nécessaire de placer le rail extérieur un peu en contrebas du rail intérieur (figure 4). Une dénivellation de 0 m. 02 pour les voies de 1 mètre et de 0 m. 03 pour les voies de 1 m. 44 est sans inconvénient pour le tramway, tout en étant favorable au ruissellement des eaux superficielles.

La limite ordinaire des déclivités, pour les tramways, est fixée en général à 0 m. 04. De nombreuses dérogations ont été admises, principalement pour les exploitations électriques. Il existe par exemple une pente de 0 m. 07 sur le tramway électrique de Tergnier à Saint-Gobain. En Prusse, la déclivité maximum ne peut dépasser en général 1/15 ; des pentes plus prononcées ont été admises quand, par des essais préalables, on a pu constater que cela ne présentait pas de trop graves inconvénients, notamment au point de vue de la sécurité.

D'une manière générale, on constate que les difficultés avec lesquelles on a eu à lutter pour l'installation rationnelle des voies ont été rencontrées surtout pour les tramways urbains; elles se présentent beaucoup plus rarement pour les lignes suburbaines qui, le plus souvent, ne pénètrent pas nécessairement au centre même des villes par d'anciennes rues étroites, et qui aboutissent d'ordinaire dans les parties extérieures des agglomérations, où les rues sont en général plus larges. On n'a donc pas aussi souvent à réaliser les tours de force exceptionnels auxquels on a dû recourir pour les tramways urbains.

On voit, par ce qui précède, que les considérations qui touchent soit aux courbes, soit aux déclivités, n'amènent pas à formuler d'importants desiderata, au point de vue de la route.

CONSTRUCTION DE LA VOIE

Le mode de construction des voies est déterminé par le cahier des charges particulier à chaque concession. L'entretien incombe tout naturellement au concessionnaire, toutes les fois que le tramway possède un siège propre; il est en outre stipulé que, dans le cas de rails noyés dans la chaussée, le concessionnaire est également tenu d'entretenir, outre l'entrevoie, deux zones latérales de 0 m. 50. Ces prescriptions, bien qu'assez lourdes parfois, sont inévitables ; elles résultent de la nature même des choses, puisque l'entretien de la voie du tramway amène avec lui des troubles graves dans l'entretien des chaussées avoisinantes, et que, de plus, il ne peut y avoir, sur une route fréquentée, de bonne voie sur une mauvaise chaussée ni de bonne chaussée contiguë à une mauvaise voie.

Lorsque les charges qui résultent de ces diverses obligations sont excessives, comme cela arrive souvent pour les lignes suburbaines, l'autorité concédante peut allouer au concessionnaire une subvention fixe pour la part d'entretien qu'elle entend prendre à sa charge, tout en lui laissant le soin d'entretenir la zone occupée par le tramway.

VOIES EN ACCOTEMENT

Lorsque les voies de tramways sont posées sur accotement, ce qui doit être le cas ordinaire en rase campagne, elles ne présentent aucune particularité notable. On peut adopter les mêmes types de voie que pour les chemins de fer d'intérêt local. Les rails sont en général du type Vignole, qui est économique, à la fois au point de vue de la construction et de l'exploitation. Il convient de ne pas adopter un poids trop faible; on ne descend guère au-dessous de 20 kilogrammes le mètre courant. Ils sont posés sur traverses espacées de 0 m. 80 en voie courante et de 0 m. 60 aux joints, et soutenus sur une couche de ballast d'au moins 0 m. 35 d'épaisseur; ce ballast est arasé au niveau de l'accotement redressé en forme de trottoir.

L'emplacement de la voie étant inaccessible aux voitures ordinaires, doit être défendu du côté de la chaussée par une bordure surélevée. A plat terrain, si la circulation de la route n'est pas très importante, on peut généralement se contenter d'une bordure gazonnée jalonnée par des pavés espacés de 1 mètre à 2 mètres. Dans les parties en pente et sur les routes assez fréquentées, il est indispensable de limiter le trottoir par une bordure avec demi-caniveau pavé.

Dans tous les cas, la bordure doit être interrompue partout où cela est nécessaire pour livrer passage aux eaux superficielles et éviter qu'elles détrempent la chaussée en séjournant contre la bordure, ou qu'elles la ravinent en s'écoulant le long de cette bordure, en trop grande abondance. Il faut alors installer sous la voie de petits dallots pour conduire les eaux à l'extérieur de la route ou, plus simplement, des saignées ou de petits caniveaux à deux revers placés dans l'intervalle de deux traverses et passant sous les rails.

Quant à la hauteur de la bordure, le cahier des charges type des tramways français lui assigne un minimum et pas un maximum. C'est une lacune qu'il serait utile de combler, car une bordure trop élevée peut nuire au bon entretien et à la conservation de la chaussée. Il est certains cas où les entreprises de tramways ont intérêt à donner une hauteur exagérée à la voie ferrée, il serait désirable que les services de voirie fussent armés par un texte réglementaire pour s'y opposer. Les propriétaires riverains peuvent d'ailleurs avoir à souffrir également de cette situation.

VOIES EN CHAUSSÉE

Lorsque les voies de tramways sont incorporées dans une chaussée accessible aux voitures, elles se présentent dans des conditions tout à fait différentes de celles des chemins de fer. Elles sont noyées dans le sol et ne peuvent être visitées et réparées qu'assez difficilement ; de plus, elles sont soumises aux effets de la circulation ordinaire; pour peu qu'elles fassent légèrement saillie sur la chaussée, ne serait-ce qu'accidentellement, elles peuvent être soumises à des efforts et à des chocs anormaux auxquels elles doivent pouvoir résister. A ce point de vue, la meilleure voie est celle qui, tout en conservant la surface de roulement aussi parfaite que possible, est compatible avec une chaussée unie, durable et de niveau uniforme. Elle doit exiger peu de réparations, pour éviter les remaniements fréquents de la chaussée.

VOIES SUR TRAVERSES, EN CHAUSSÉE PAVÉE

L'emploi des traverses, dans le cas de chaussées pavées est presque universellement abandonné ; c'est qu'en effet, pour être acceptables, ces traverses doivent être posées à une profondeur suffisante pour permettre la pose de pavés ayant la même queue que les voisins. Il faut donc intercaler entre le rail et la traverse un support assez élevé, généralement en fonte, comme dans les voies Humbert et Marsillon (fig. 31 et 32). Malgré tout, l'assiette du pavage manque d'homogénéité, il se tient mal surtout avec les trépidations dues au passage des trains.

VOIES SUR TRAVERSES EN CHAUSSÉES EMPIERRÉES

S'il s'agit d'une chaussée empierrée, les inconvénients de la présence des traverses sont moindres, au point de vue de la tenue de la chaussée, tant que la voie n'a besoin d'aucun soin ; mais, dès qu'on y exécute des relevages et bourrages, la chaussée se trouve complètement disloquée et absolument impropre à la circulation, tant qu'elle n'a pas été complètement réparée et cylindrée.

Néanmoins, on est quelquefois amené à adopter la pose sur traverses, en rails Vignole, pour les voies établies en chaussée empierrée, notamment sur les tramways ruraux ou suburbains où la voie est généralement posée en accotement ou même en plateforme indépendante sur la plus grande partie des parcours et où, par conséquent, il peut y avoir intérêt et même nécessité, au point de vue du passage du matériel roulant, à adopter le même type de voie pour les tronçons établis en chaussée. La voie doit alors

être constituée de façon à exiger le minimum de réparation et par suite de bouleversement de la chaussée.

Comme ballast, on emploiera autant que possible la pierre cassée, à l'exclusion des sables ou grèves fines; les traverses, si elles sont en bois, devront être injectées pour que le remplacement en soit moins fréquent. On emploiera de préférence les traverses métalliques, dont le bourrage parfait est peut-être plus long à obtenir, mais se maintient beaucoup mieux que celui des traverses en bois. En outre, les traverses en acier noirci seront préférées aux traverses en acier ordinaire, qui résistent moins bien à l'action de la rouille.

Pour la même raison, les boulons et tirefonds devront toujours être soigneusement goudronnés et du type le plus robuste compatible avec le profil du rail employé.

En dehors des désordres causés à la chaussée par les réparations de la voie, la présence même des rails dans la chaussée favorise sa dégradation par la circulation ordinaire. L'étroit sillon livrant passage au boudin des roues des véhicules des tramways est souvent le point de départ d'une véritable ornière qui se produit rapidement sous le passage réitéré des roues des chariots retenus contre le rail par la saillie qu'il présente au-dessus de ce sillon.

Il n'y a guère de remède absolu à cette situation. La présence même d'un contre-rail n'est qu'un correctif souvent insuffisant; c'est une solution coûteuse en regard du résultat obtenu, aussi l'emploi semble-t-il devoir en être limité à un seul rail, celui qui est le plus rapproché de l'axe de la chaussée.

Somme toute, il nous apparaît que les voies ne doivent être posées sur des chaussées empierrées qu'à titre exceptionnel, pour raccorder entre elles, sur une faible longueur, des voies établies sur un siège spécial. On peut encore accidentellement tolérer cette combinaison avec des chaussées larges, comportant peu de circulation, et sur lesquelles le charroi peut se faire, à peu près normalement, en dehors de la zone occupée par le tramway.

VOIES SUR TRAVERSES EN CHAUSSÉE PAVÉE CONVERTIE EN EMPIERREMENT

Lorsqu'un tramway, dont la voie peut être établie sur la plus grande partie de sa longueur en rails Vignole posés sur traverses, soit en accotement, soit en chaussée empierrée, comprend un ou plusieurs tronçons à établir en chaussée pavée, il y a généralement intérêt, pour faciliter la circulation du matériel roulant, à conserver le même type de voie à la traversée du pavage avec ou sans contre-rails. Comme les traverses de la voie sont incompatibles avec un bon pavage, il faut se résoudre à convertir en empierrement une bande de chaussée dont la largeur est déterminée

par la longueur des traverses. (Cette disposition a été adoptée pour le tramway de la banlieue de Laon à la traversée d'Ardon (fig. 5). Outre l'impossibilité de donner une stabilité suffisante aux pavés situés au-dessus des traverses, la reconstruction du pavage présente encore une difficulté spéciale en ce qui concerne la pose et la forme des pavés contigus aux rails, en raison de la différence de largeur existant entre le patin et le champignon des rails. Les pavés extérieurs doivent être démaigris à leur partie inférieure; quant aux pavés intérieurs, ils ne peuvent s'appuyer contre le champignon, à cause de l'ornière à ménager pour le boudin des roues ; il faut les maintenir à l'aide d'une fourrure en bois fixée contre l'âme du rail et entaillée au droit des éclissages.

Quelquefois, on adopte une solution mixte ; l'entre-rail seul est pourvu d'un empierrement, et le pavage est établi extérieurement jusque contre le rail; mais les pavés placés au-dessus des extrémités des traverses ne tiennent jamais et, dans certains cas, on les a remplacés par des pavés en bois cloués sur les traverses (Chartres). L'entretien de l'empierrement de l'entre-rail est facilité par l'emploi de rouleaux compresseurs spéciaux, d'une largeur un peu inférieure à celle de l'écartement des rails.

VOIES SANS TRAVERSES, EN CHAUSSÉE PAVÉE

Quand les circonstances exigent le maintien du pavage sur toute la largeur de la voie et que l'on veut éviter les inconvénients des traverses, il faut adopter un type de voie comportant la pose des rails sur longrines et le maintien de leur écartement à l'aide d'entretoises métalliques noyées dans le pavage.

L'espace nécessaire pour le passage du boudin des roues est obtenu, soit par un contre-rail, soit par une ornière ménagée dans le champignon du rail.

Avec le premier type, malgré un poids assez considérable de métal, la raideur verticale de la voie est généralement faible; les dispositifs employés pour conserver invariable la largeur de l'ornière, malgré les chocs des voitures et la poussée des pavages, sont assez coûteux de premier établissement et d'entretien. Aussi, donne-t-on de beaucoup la préférence au rail à ornière qui, avec un moindre poids de métal, permet d'obtenir une plus grande raideur verticale, de là le nom de rail poutre qu'on lui donne quelquefois.

Les longrines sur lesquelles on fait poser les rails varient suivant le pays et les villes. Pour cette partie de la construction, les usages locaux semblent intervenir au moins autant que les considérations techniques.

Si la longrine en béton ou la plateforme entièrement en béton est très en vogue en Allemagne, en Belgique, en Angleterre et dans les pays scandinaves, qui semblent donner la préférence à une assise aussi rigide que

possible de la voie ferrée, un grand nombre de réseaux, en France, en Espagne et en Italie s'en tiennent aux constructions dans lesquelles la forme est constituée par des matériaux plus ou moins élastiques, tels que ballast, gravier fin ou sable, simplement bourrés sous les rails, l'assise en béton n'étant employée qu'avec les pavages de luxe ou avec l'asphalte.

Lorsque les rails posent sur une longrine en béton, on constate presque toujours une dégradation plus ou moins importante sous les joints, même quand on interpose une semelle en béton d'asphalte ou des plaques d'asphalte comprimé, des cales en bois ou en feutre. A en juger par les essais innombrables tentés pour consolider les joints, on peut presque affirmer que l'assise rigide ne diminue pas beaucoup les difficultés qu'on éprouve à maintenir les joints. D'un autre côté, la consolidation d'un joint affaissé sur une voie avec assise élastique peut incontestablement se faire avec plus de facilité qu'avec une assise rigide, puisque, dans le premier cas, il s'agira d'un simple bourrage, alors que, dans le deuxième, la réparation de la longrine désagrégée nécessitera une réfection relativement importante, toujours difficile à exécuter en cours d'exploitation.

Il faut encore invoquer, en faveur de l'assise élastique, la réduction notable des vibrations qui sont un des grands ennemis de la voie. On se rend compte de la différence, rien qu'au bruit que font les voitures en passant sur des voies posées suivant chacun des deux systèmes.

Nous pensons qu'il y a avantage à réaliser la plus grande homogénéité possible dans la forme qui doit supporter les rails et la chaussée. Pour les chaussées de luxe, il est entendu qu'il est indispensable d'emprisonner les rails dans l'ensemble de la forme et de la couverture avec lesquels ils doivent faire bloc. Dans les autres cas, il convient d'employer du ballast ou du sable. Il faut éviter l'emploi de matériaux de qualité et de nature différentes. Ainsi, si on fait reposer le sable employé pour le bourrage sur une couche de gros ballast, les interstices de celui-ci ne tardent pas à se garnir de sable ; sous l'influence de l'eau et des chocs le dessous des patins se dégarnit peu à peu et il se produit des tassements dommageables à la voie et à la chaussée.

Pour la pose des rails, il faut préférer du menu gravier ou du sable bien grenu, quartzeux, bien lavé. Avec une épaisseur de 0 m. 20 on obtient une assise d'une élasticité remarquable, qui se maintient pendant de longues années.

Dans les parties de voies en pente, le sable peut être exposé à être entraîné par les eaux qui s'infiltrent dans la chaussée ; on atténue cet inconvénient en établissant, de distance en distance, de petits barrages imperméables en terre ou en béton qui s'opposent à la formation de courants longitudinaux toujours très nuisibles.

Les profils des rails poutres en usage sont assez nombreux. En France, le plus répandu est le rail à ornière dit rail Broca, dont le poids par mètre courant varie de 30 kilogrammes à 50 kilogrammes. L'augmen-

tation du profil a été surtout motivée par le désir de réaliser des joints plus robustes, mais l'expérience a montré que l'amélioration obtenue était minime en regard de l'augmentation correspondante du prix de la voie. Il est parfaitement possible de ne pas dépasser 42 kilogrammes à 45 kilogrammes pour un rail de 175 millimètres à 180 millimètres de hauteur, 130 millimètres à 150 millimètres de patin, 50 millimètres de largeur de roulement, avec une gorge de 38 à 40 millimètres, c'est-à-dire pour un rail répondant aux conditions de travail les plus dures. Il faut donc présumer qu'on s'en tiendra là, réservant les profils plus lourds pour des cas exceptionnels.

Pour ce qui concerne plus particulièrement la hauteur des rails, on estime, en général, que celle de 175 à 180 millimètres constitue un maximum qui suffit aussi bien au point de vue de la résistance que des facilités recherchées pour l'exécution du pavage et qu'il n'est pas utile de dépasser.

Quant à la longueur des barres, tout le monde est d'accord, en principe, pour la désirer aussi grande que possible en vue de diminuer le nombre des joints; en pratique, on considère que la longueur de 12 à 15 mètres ne peut guère être normalement dépassée; néanmoins on peut aller jusqu'à 18 mètres. Le transport et la manutention deviennent difficiles, avec les profils lourds, dès qu'on dépasse 12 mètres; quant aux profils légers, ils sont sujets à se déformer.

Il convient de rechercher pour les rails un métal très dur. La voie du tramway répond à des conditions différentes de celles des chemins de fer, la rupture accidentelle d'un rail ne présente aucun danger sérieux. Pour faciliter l'exacte juxtaposition de deux rails contigus, il faut attribuer une grande importance à la régularité du profil, surtout aux extrémités.

Le point faible des voies sur longrines, c'est le joint du rail, et cela à cause de la continuité et de l'uniformité de la résistance de la surface d'appui. Dans les voies sur traverses, on peut donner un écartement moins grand aux traverses aux abords du joint; avec les voies sur longrine aucun renforcement du support ne peut être efficace, le rail n'étant qu'appuyé sur la longrine.

La question des joints se lie non seulement à la bonne tenue de la voie ferrée, mais elle intéresse aussi au premier chef la chaussée elle-même. C'est par les joints que s'écoulent les eaux pluviales qui suivent les ornières du rail. Ces eaux, en détrempant le sol environnant sont une cause de rapide dislocation pour la voie et pour la chaussée, il y a donc intérêt à juxtaposer les rails bout à bout pour diminuer autant que possible ces infiltrations.

Il a été parfaitement reconnu, du reste, que le jeu de quelques millimètres, qu'on laissait autrefois subsister entre deux rails-poutres consécutifs, est plus nuisible qu'utile. Nous croyons que tous les réseaux ont une tendance à le supprimer. Un rail noyé dans un pavage subit des variations de température beaucoup moindres que les rails de chemins de fer

complètement exposés aux rayons du soleil. De plus, la voie étant solidement maintenue dans sa position par le revêtement même de la chaussée, peut aisément résister aux soulèvements et aux déformations latérales qui tendraient à se produire sous l'action d'une compression longitudinale intense occasionnée par une dilatation exceptionnelle des rails.

Pour renforcer les joints on a d'abord imaginé des dispositifs consistant dans des formes spéciales et plus robustes d'éclissage. Les résultats obtenus suffisent dans les cas ordinaires, mais le succès est encore bien incomplet pour les lignes à trafic intense. Cela tient à ce que les surfaces en contact des rails et des éclisses, telles qu'elles sont prévues par les épures géométriques, ne peuvent être réalisées. Il en est autrement pour les chemins de fer où la portée des pièces en contact, qui n'est jamais parfaite au début, par suite des inégalités de laminage, s'améliore graduellement par le resserrage continuel des boulons d'éclissage. Les chocs dus au passage des essieux qui n'agissent au début que sur quelques points de contact, produisent un matage du métal sur ces points et, par le resserrage graduel des boulons, les surfaces en contact s'étendent toujours davantage, pour former finalement un assemblage aussi parfait que s'il résultait d'un ajustage soigné.

Pour une voie de tramway noyée dans la chaussée, les choses se passent tout autrement. Les joints n'étant pas accessibles, on ne procède pas au serrage graduel des boulons; dans ces conditions, la portée forcément imparfaite de l'assemblage primitif, non seulement ne s'améliore pas, mais devient même de plus en plus mauvaise, puisque le jeu produit par le premier matage ne fait qu'augmenter la violence des chocs, qui, portant sur les mêmes points, finissent par amener une déformation permanente de l'éclisse et des abouts des rails; il est trop tard alors pour resserrer les boulons.

Parmi les autres solutions qui ont été adoptées pour le renforcement des joints, nous nous bornerons à citer le joint Ambert, figure 34, qui est formé par un manchon en acier coulé, enveloppant les patins des rails et les maintenant serrés par deux clavettes plates, sous le patin, coincés à haute pression; il n'y a pas de boulons.

La figure 35 représente le joint Arbel employé à Marseille. Il est constitué par un sabot porte-rails et deux mors mobiles, qui s'appuient à la fois sur le patin et contre l'âme du rail; ces mors sont serrés par des clavettes.

Les figures 36-39 montrent certains essais faits par la Compagnie de l'Est Parisien, au moyen de coupons de vieux rails rivés.

Nous citons également parmi tant d'autres le joint Melaun, figure 33, appliqué sur une grande échelle à Vienne et à Berlin. Le champignon du rail est interrompu et remplacé par l'éclisse, qui forme pont entre deux rails consécutifs.

Il n'est pas facile de se prononcer sur la valeur de ces divers systèmes,

ainsi que sur celle des autres analogues; quoi qu'il en soit, pour supprimer la difficulté des joints, on a eu l'idée de les supprimer tout à fait, en reliant définitivement les abouts des rails juxtaposés bout à bout. Le joint coulé d'après le procédé Falk, figure 40, a été appliqué en France sur une vaste échelle et paraît avoir donné satisfaction. On est enfin arrivé à souder directement les rails, par divers moyens, de manière à constituer une file continue sans joints. Mais ce sont là des procédés coûteux inapplicables aux modestes tramways qui suivent ou côtoient la route à laquelle s'intéresse le Congrès, nous n'en dirons donc pas davantage.

Il n'y a pas grand'chose à dire des entretoises qui maintiennent les rails à leur écartement normal; on leur donne en général une section rectangulaire de 10 millimètres d'épaisseur environ, ce qui permet de les loger facilement dans un joint du pavage, sans qu'il soit nécessaire d'augmenter sensiblement la largeur de ces joints.

Leur espacement varie généralement de 2 mètres à 2 m. 50. Dans certains cas, on se borne à leur donner deux extrémités filetées qui traversent les âmes des rails dont l'écartement est maintenu par des écrous extérieurs. Ce mode d'attache, un peu primitif, a le défaut de ne s'opposer qu'insuffisamment au déversement latéral des rails. On lui préfère généralement le système qui consiste à couder à angle droit les deux extrémités de l'entretoise et à boulonner sur la face intérieure des âmes des rails les bouts ainsi repliés. Mais pour des voies soignées, il est encore mieux de fixer les entretoises aux rails à l'aide de deux petites cornières rivées à chaque extrémité.

Sauf dans les branchements, on donne aux entretoises une direction normale à l'axe de la voie; il en résulte que dans les courbes les entretoises ne sont pas parallèles entre elles. C'est une sujétion pour l'exécution du pavage de l'entre-rails. Dans les courbes de grand rayon, la différence peut être rachetée par les joints, mais, quand la courbure de la voie est accentuée, il faut appareiller les pavés et employer les moins larges du côté de la file intérieure, ou se résoudre à disposer les ranges parallèlement à l'axe de la voie. On peut ainsi incliner les ranges à 45 degrés, et les encadrer par un rang de pavés placé parallèlement aux rails et aux entretoises.

Quant à l'échantillon de pavés à adopter en ranges transversales dans l'entre-rail, il y a intérêt à le choisir tel que la hauteur des pavés soit sensiblement égale à celle des rails, que la largeur permette d'insérer un nombre déterminé de ranges entre deux entretoises, tout en conservant aux joints leur largeur normale, et que la longueur, joints compris, soit également une partie aliquote de l'écartement intérieur des rails. Pour obtenir la découpe des joints, d'une range à la suivante, on doit employer des boutisses d'une longueur et demie de préférence aux demi-pavés.

Pour le pavage extérieur, on peut employer un échantillon identique à celui du pavage de l'entre-rail; c'est ce que l'on fait généralement quand

on tient à distinguer la zone de pavage à entretenir par le tramway de celle du reste de la chaussée. On crée ainsi en bordure de cette zone deux joints longitudinaux continus qui peuvent être le point de départ de deux ornières. Aussi est-il préférable, au point de vue de la viabilité, de prolonger purement et simplement les ranges du reste de la chaussée jusqu'aux rails, avec des pavés de même échantillon, tout en évitant, à la clôture des ranges, l'emploi des demi-pavés qui ne tiennent jamais convenablement.

VOIES SANS TRAVERSES EN CHAUSSÉE EMPIERRÉE

Lorsque le sous-sol est résistant et qu'on ne se trouve pas dans les circonstances indiquées précédemment pour justifier l'emploi d'une voie sur traverses, il ne faut pas hésiter à employer dans les chaussées empierrées les types de voies sans traverses dont il vient d'être question pour les chaussées pavées. Tout ce qui a été dit au sujet de la longrine de support et du renforcement des joints s'applique aux voies à ornières en chaussée empierrée.

Cependant, le profil des rails peut être un peu différent, on peut leur donner une hauteur moindre en augmentant la largeur du patin. Le rail, moins bien soutenu latéralement que dans le pavage, obtient ainsi plus de stabilité. Pour la même raison, il convient de donner plus de rigidité aux assemblages des entretoises et des rails. Le mode d'attache par cornières est le seul acceptable dans ce cas; enfin, l'âme des rails devra aussi être plus robuste qu'en chaussée pavée.

Une voie ainsi constituée coûte généralement moins cher qu'une voie sur traverses, même sans contre-rails, et se prête mieux au maintien de la bonne viabilité.

VOIE EN CHAUSSÉE ÉLARGIE

Lorsque la largeur de la voie publique empruntée ne permet pas, ni d'installer la voie ferrée entièrement dans la chaussée existante, ni de la poser sur accotement inaccessible aux voitures ordinaires, il faut se résoudre à élargir la chaussée pour y installer la voie ferrée. Dans certains cas, il peut paraître suffisant pour la circulation ordinaire d'arrêter la chaussée contre le rail le plus rapproché de l'axe. C'est une disposition mauvaise au point de vue de la voie ferrée. L'entre-rail n'étant pas pourvu d'un revêtement de chaussée généralement peu perméable, absorbe toutes les eaux superficielles qu'y déverse la chaussée, ce qui nuit à la stabilité de la voie et oblige à de fréquents relevages, au détriment de la bonne viabilité de la route.

Il est donc préférable à tous points de vue d'élargir la chaussée jusqu'au rail extérieur. La voie est ainsi mieux protégée contre les infiltrations, tout en étant à l'abri des efforts latéraux dissymétriques auxquels elle est soumise, quand la chaussée s'arrête contre le rail extérieur.

APPAREILS DE VOIE

Les appareils susceptibles d'être employés sur les voies de tramways sont les croisements, les changements et les plaques tournantes.

Les appareils noyés dans la chaussée sont particulièrement dangereux lorsqu'ils sont établis en rails Vignole avec contre-rails. Les bicyclettes ou les voitures à jantes étroites sont exposées à tomber dans les espaces vides assez profonds qui permettent le mouvement des aiguilles. Pour réduire ces vides au minimum, il faut que les aiguilles soient effilées, non sur une partie de leur longueur comme dans le cas ordinaire, mais sur la totalité de cette longueur. Il n'y a pas de remède au danger qui résulte de la profondeur du creux. Aussi convient-il d'une façon générale d'employer de préférence les appareils construits avec des rails à ornières qui s'accommodent beaucoup mieux à la circulation routière.

Avec les rails à ornière, la plupart des réseaux emploient des aiguillages en rails assemblés à deux flèches conjuguées (fig. 41-42), avec enclanchement par ressort ou contrepoids, munis le cas échéant d'appareils de manœuvre par rappel ou par poussée, combinés avec la boîte centrale contenant un mécanisme universel permettant de modifier la position du calage par simple renversement d'un contrepoids ou d'un levier à ressort (fig. 43-46).

Les flèches sont généralement cintrées avec un rayon de courbure variant de 25 à 50 mètres, pour adoucir le mouvement des voitures à l'entrée et à la sortie des aiguillages.

On emploie sur une vaste échelle, pour le corps des appareils, l'acier au manganèse fondu d'une pièce. Les flèches sont en même métal, qui est si tenace qu'il ne peut être attaqué que par la meule.

Les cœurs et les croisements ont subi des perfectionnements analogues, notamment par l'emploi de fourrures démontables placées dans les gorges, et qui permettent, en soutenant le boudin des roues, de ménager les pointes de cœur.

D'une manière générale, les parties de chaussée occupées par les appareils se tiennent mal, non seulement à cause de la présence des organes eux-mêmes, mais aussi par suite des soins d'entretien et de réparations dont ils doivent être l'objet fréquemment. Plus encore que pour la voie, il y a le plus grand intérêt à ce qu'ils soient construits d'une façon simple et robuste, avec des matériaux de premier choix. Ils doivent être protégés contre la circulation des voitures et disposés pour être facilement enca-

drés dans le pavage. Les angles très aigus seront donc supprimés et occupés par des masses métalliques. Les liens transversaux à établir dans l'épaisseur des pavages seront orientés dans un petit nombre de directions pour faciliter l'appareillage des pavés.

Pour les voies établies sur accotement accessible aux piétons, mais inaccessible aux voitures ordinaires, on peut faire usage des appareils ordinaires en voie Vignole; toutefois, il convient de protéger les appareils de manœuvre et de connexion des aiguilles, par un plancher en chêne arasé au niveau des rails et soutenu par des longrines s'appuyant sur les traverses de support des coussinets.

En principe, la viabilité s'accommode mal de la présence de plaques tournantes sur la voie publique. Les locomotives des tramways à vapeur, ainsi que beaucoup de types de voitures automotrices, sont disposées de façon à pouvoir marcher dans les deux sens; mais les automotrices à vapeur ou à pétrole doivent généralement être tournées au terminus où une demi-lune est, en outre, nécessaire pour la manœuvre du changement de la machine de tête à queue. Dans ce cas, si la situation des lieux le permet, il vaut mieux renoncer à la plaque tournante et transformer la demi-lune en boucle ou en triangle américain. Il est d'ailleurs certains types d'automotrices qu'on ne peut songer à tourner sur des plaques.

En dehors des appareils dont nous venons de parler, l'emploi de l'électricité a conduit à adopter des prises de courant qui intéressent la viabilité (prise de courant par plots, par caniveaux, par trolley). L'examen de ces dispositions exceptionnelles ne nous paraît pas avoir sa place dans une étude qui vise les voies de tramways à propos de la route en général. Cependant, en raison de l'extension donnée à la traction par fil aérien avec retour du courant par le rail, pour les tramways ruraux, nous signalerons l'intérêt que présente, au point de vue de la conservation de la chaussée et des ouvrages des routes empruntées, le mode de traction par courant alternatif triphasé ou monophasé. Avec les hautes tensions auxquelles il est ainsi possible d'avoir recours, on peut, en général, se borner à éclisser électriquement une seule file de rails et éviter toutes les connexions transversales entre les deux rails, ce qui réduit considérablement les recherches et réparations à faire au détriment de la chaussée dans laquelle sont noyés les conducteurs électriques. On peut en outre avoir recours à une seule connexion par joint, laquelle peut être logée dans l'espace vide compris entre l'éclisse intérieure et l'âme du rail où elle est ainsi complètement à l'abri des chocs et autres causes de destruction. Enfin, circonstance qui a son importance dans la traversée des villes, ainsi qu'au passage des ouvrages métalliques, l'emploi des courants alternatifs, en supprimant les effets d'électrolyse sur les canalisations d'eau et de gaz, et sur les pièces métalliques des ponts, supprime, par le fait même, une source importante de bouleversement des chaussées, occasionnée par le remplacement ou la réparation de ces ouvrages.

DRAINAGE DES VOIES

La présence des voies ferrées sur les chaussées amène des écoulements d'eau parfois considérables, dans les parties basses des réseaux; aussi, l'utilité de drainer les voies est-elle universellement reconnue aujourd'hui. On emploie des appareils qu'il est facile d'imaginer et dont nous donnons un spécimen, figure 48-49.

SÉCURITÉ ET COMMODITÉ DE LA CIRCULATION

Ce qui a été dit, à propos de l'influence des voies de tramways sur l'entretien et la conservation des chaussées intéresse naturellement la commodité de la circulation. Il en est de même des questions qui touchent à l'emplacement de la voie et au gabarit du matériel roulant, nous n'y reviendrons pas.

Pour obvier à la gêne et au danger que cause à la circulation routière le passage des trains sur la voie publique, le règlement et le cahier des charges limitent la longueur de ces trains, ils en prescrivent l'éclairage pendant la nuit et obligent d'en signaler l'approche au moyen d'appareils avertisseurs sonores.

La vitesse maximum sur les différents points est fixée par l'Administration ainsi que les dispositions nécessaires au freinage des véhicules, en tenant compte des circonstances locales. Il est prescrit aux conducteurs de trains de porter leur attention sur l'approche des voitures ordinaires et des troupeaux, de ralentir et même d'arrêter en cas d'obstacles ou toutes les fois que l'arrivée du train, effrayant les chevaux ou autres animaux, pourrait occasionner des désordres ou causer des accidents.

L'exécution de ces prescriptions suffit dans la généralité des cas.

Le nouveau règlement du 16 juillet 1907, en laissant aux préfets le soin de fixer la vitesse des tramways a fait disparaître fort judicieusement une anomalie du décret de 1882, qui limitait la vitesse à 20 ou 25 kilomètres suivant le mode de freinage, sans tenir compte des conditions dans lesquelles le tramway était établi et sans distinction entre les parties en chaussée, en accotement ou en déviation.

D'une façon générale, l'article 24 du nouveau règlement donne plein pouvoir au préfet pour imposer les mesures qui ont pour objet la liberté et la sécurité de la circulation ordinaire. C'est aux constructeurs et aux exploitants qu'il appartient principalement de chercher les meilleures méthodes à adopter.

C'est ainsi que d'importants perfectionnements ont été apportés aux chasse-corps dont sont pourvus les locomotives et automotrices des tramways (*Revue des Chemins de fer*, septembre, octobre, novembre et décembre 1907).

Par contre, aucun moyen efficace ne semble avoir été trouvé jusqu'à ce jour pour satisfaire entièrement à la disposition réglementaire prescrivant que les machines ne doivent dégager aucune odeur, ni répandre sur la voie publique escarbilles, flammèches, cendre, huile ou graisse, ni dégager aucune fumée.

La plus importante de ces prescriptions, au point de vue qui nous occupe, est certainement l'interdiction de la fumée. C'est une question qui est loin d'être résolue pour les locomotives à feu. Cependant, l'emploi exclusif du coke comme combustible constitue une mesure efficace.

Il est vrai que les échappements de vapeur et aussi le soulèvement de la poussière occasionné par le tramway sont souvent aussi gênants que la fumée, et on peut se demander jusqu'à quel point on peut imposer aux exploitations de tramways de prendre des mesures pour supprimer ou atténuer ces inconvénients.

Pour la suppression de la vapeur, on a obtenu quelques résultats à l'aide de condenseurs formés de plusieurs centaines de tubes de faible diamètre, dans lesquelles on effectue l'échappement.

Quant aux soulèvements de poussière, on ne peut guère chercher à les combattre à l'aide de modifications ou de dispositifs spéciaux à apporter au matériel roulant. Les enveloppes en tôle destinées à protéger le mécanisme et à servir de chasse-corps dans beaucoup de locomotives de tramways constituent un écran qui, descendant jusqu'à quelques centimètres au-dessus du rail, donne naissance à un brusque déplacement d'air, lequel provoque le soulèvement de tous les corps légers et poussières qui se trouvent à la surface du sol; et cependant, on ne peut songer à enlever ces enveloppes protectrices.

Dans les parties de voies établies en chaussée empierrée, le passage des trains en vitesse soulève, à certaines époques, de véritables torrents de poussière qui incommodent à la fois les voyageurs du train et les voyageurs de la route. Le goudronnage serait une mesure efficace, mais il est assez coûteux et, de plus, devient impraticable sur les chaussées bouleversées par les réparations de la voie.

L'arrosage à la Westrumite, à l'encontre du goudronnage, n'exige pour réussir, ni une chaussée unie, ni des conditions de sécheresse et de chaleur difficiles à obtenir. Avec un arrosage bi-mensuel, la dépense ne dépasserait guère 30 centimes par mètre courant de voie et par an. Ce n'est pas prohibitif.

Enfin, une mesure radicale, qui relève plutôt de la construction de la ligne que de son exploitation, consiste dans le pavage sur une certaine largeur de toutes les parties de tramway établies en chaussée empierrée. C'est une mesure onéreuse qu'on peut imposer aux tramways urbains, mais qu'il serait souvent excessif d'imposer aux tramways ruraux. Elle n'est d'ailleurs possible que si la voie est établie en rails à ornière.

La nature du mode de traction n'est pas indifférente pour la commodité de la circulation ordinaire.

La machine à vapeur est la plus gênante à cause de la fumée. Les moteurs à pétrole sont désagréables par l'odeur qu'ils répandent. L'air comprimé et l'électricité fournie par des accumulateurs sont les seuls modes irréprochables à ce point de vue.

Par contre, la traction électrique comportant prise de courant en cours de route, soit par fil aérien, soit par plots noyés dans la chaussée, soit par caniveau souterrain, n'est pas sans présenter un certain danger pour la circulation.

Avec les hauts voltages dont l'usage se répand de plus en plus, la chute d'un fil électrique sur la chaussée peut causer de graves accidents. L'avantage du courant monophasé est de n'exiger qu'un fil aérien. La suspension catenaire est à recommander comme offrant le maximum de garantie en cas de rupture du fil du trolley.

Les poteaux et supports peuvent également gêner la circulation. Il y a le plus souvent intérêt à les placer sur les trottoirs, ce qui amène à placer les voies sur le côté de la chaussée.

RÉSUMÉ

Les tramways gênent dans une certaine mesure la circulation générale; cependant, en raison des services qu'ils rendent, il convient de les admettre sur les voies publiques, sauf à prendre les mesures nécessaires pour la sauvegarde des intérêts en présence.

Parmi les largeurs de voie admissibles, la plus avantageuse, à presque tous les points de vue, est la voie de 1 mètre. Elle est flexible et économique; tout en permettant un service convenable, elle encombre moins la route.

La largeur réservée aux voitures ordinaires, en dehors du tramway, telle qu'elle est définie par les règlements français, paraît rationnelle; elle est souvent plus favorable à la route que dans les autres pays.

La position naturelle des tramways, en rase campagne, est sur l'accotement rendu inaccessible aux voitures. Si la largeur est insuffisante, il faut acheter une bande de terrain et élargir, de préférence vers l'extérieur, sans toucher à la chaussée. L'espace libre, en dehors du trottoir occupé, doit permettre le croisement des voitures; un minimum libre de 6 mètres paraît indispensable. En cas d'impossibilité, l'élargissement peut se faire du côté de la chaussée, mais en attribuant à celle-ci une largeur suffisante et un profil convenable.

Dans les traverses, la position des tramways sur siège propre est la meilleure. Si les voies ne peuvent être placées que sur la chaussée, l'emplacement le plus favorable, avec une circulation intense, est celui qui

respecte le mieux les courants créés par le charroi. Avec une circulation peu active, l'intérêt de la viabilité réclame de laisser, en dehors des voies, des espaces suffisants pour que la circulation des voitures puisse y varier, on évite ainsi l'usure excessive, les frayés et les ornières qui se manifestent comme dans les chaussées trop étroites.

Les voies en chaussée doivent être munies de contre-rails ou constituées par des rails à gorge. Les largeurs de 29 et 35 millimètres pour les ornières, tant en ligne droite qu'en courbe, ne peuvent nuire à la circulation ordinaire, tout en permettant un passage assez facile des véhicules du tramway.

Les rails doivent être au niveau de la chaussée, aussi le dévers ne peut-il être obtenu qu'exceptionnellement et en modifiant s'il y a lieu le profil de la route. Ce dévers n'est utile que dans les courbes abordées en vitesse. Lorsqu'une ligne présente des déclivités inusitées, il convient de n'autoriser l'exploitation qu'après des essais pratiqués avec le matériel à utiliser.

Les voies en accotement peuvent être établies en rails Vignole comme celle des chemins de fer d'intérêt local. Le siège du tramway est alors défendu par un trottoir à travers lequel il faut ménager un écoulement convenable aux eaux venant de la chaussée.

Lorsque les rails sont incorporés dans la chaussée, l'entretien de la zone du tramway ne peut être assuré que par le concessionnaire, son intérêt est de faire les choses convenablement, car une voie n'est bonne que si la chaussée contiguë est bien entretenue.

Les voies sur traverses sont presque incompatibles avec les chaussées pavées. Si des circonstances commandent ce mode de construction, il faut convertir en empierrement une zone ayant pour largeur la longueur des traverses.

Les rails posés sur chaussée empierrée se comportent mal, en général ; il ne faut les y admettre que sur de faibles longueurs. On peut tolérer la suppression des contre-rails lorsque, en dehors de la voie, il reste une partie de chaussée suffisante pour assurer à peu près normalement le passage des voitures.

En chaussée pavée, la pose des voies sur longrines est la plus convenable. On peut l'admettre aussi sur les chaussées empierrées. Les longrines doivent être composées en forme aussi homogène que possible avec la fondation de la couverture de chaussée avoisinante. Si on fait abstraction des chaussées de luxe que n'abordent guère les tramways ruraux, les meilleures longrines sont formées de ballast ou sable siliceux bien grenu.

L'usage des rails poutres à gorge est presque général, il faut choisir un métal dur avec un profil bien correct et adopter des barres longues qu'on juxtapose sans intervalle. On portera toute son attention sur le mode d'assemblage des rails qu'on rendra aussi robuste que possible. Si l'intensité du service l'exige, il pourra être avantageux de réaliser la continuité des rails par soudure.

Les entretoises sont disposées pour faciliter l'échantillonnage et la disposition des pavages, en évitant ce qui peut tendre à la création d'ornières.

Les appareils de voie Vignole doivent être en principe proscrits des chaussées. Il convient de recourir aux dispositions qui se combinent avec les voies à ornière. Plus encore que pour la voie, il faut des appareils simples, et robustes, avec des matériaux de premier choix. L'agencement doit être spécialement étudié pour encadrer les pavages, en supprimant les angles trop aigus et en orientant les liens dans un petit nombre de directions, pour faciliter l'appareillage.

L'emploi des plaques tournantes est à rejeter autant qu'on le pourra. Le mieux est de terminer les voies en boucle ou en triangle américain.

Il ne faut pas omettre de drainer les voies dans les parties basses, autant dans l'intérêt du tramway que de la route.

Pour la sécurité et la commodité de la circulation, il n'apparaît pas qu'il soit avantageux d'adopter une réglementation générale à outrance. Il vaut mieux laisser aux administrations compétentes le soin de prendre les mesures nécessaires, en les accommodant aux circonstances locales. Il est cependant des prescriptions qui gagnent à avoir un caractère uniforme, comme le mode d'éclairage des véhicules, par exemple, ou le signal sonore d'approche.

A propos de l'éclairage des tramways, on peut se demander, depuis que les routes sont fréquentées par des véhicules circulant à grande allure, s'il ne serait pas utile, dans certains cas tout au moins, d'obliger toutes les voitures à disposer de lanternes de couleurs différentes à l'avant et à l'arrière.

La circulation des tramways provoque souvent des dégagements de fumée très gênante, et soulève parfois sur les chaussées empierrées des torrents de poussière. Jusqu'ici, on ne paraît pas avoir trouvé de moyen efficace d'empêcher la fumée, malgré les prescriptions réglementaires. Quant à la poussière, on ne peut guère la combattre qu'en encadrant les voies dans une zone pavée de largeur suffisante. Quand ce moyen est trop coûteux, on peut recommander l'arrosage à la Westrumite, plus ou moins fréquent, suivant les besoins.

Laon, le 31 mai 1908.

62068. — Imprimerie Lahure, rue de Fleurus, 9, à Paris.

ÜBERSICHT

Strassenbahnen behindern bis zu einem gewissen Grade den allgemeinen Verkehr; indessen sind sie aus Gründen der Zweckmässigkeit auf den öffentlichen Strassen zu gestatten, vorbehaltlich der zur Wahrung aller in Frage kommenden Interessen zu ergreifenden Massregeln. Unter den zulässigen Spurweiten, gilt jene von einem Meter nach jeder Richtung hin als die vorteilhafteste. Sie kann leicht den Verhältnissen angepasst werden, auch ist sie betriebsbillig; diese Spurweite reicht selbst für stärkeren Verkehr aus, und beansprucht wenig Raum.

Die durch die französischen Vorschriften neben den Strassenbahngeleisen vorgeschriebenen Strassenbreiten sind durchaus entsprechend und meist für den Verkehr günstiger als in anderen Ländern.

Für das flache Land empfiehlt sich die Anlage der Strassenbahnen auf den für Wagen unzugänglichen Banketten. Ist deren Breite nicht ausreichend, muss ein Bodenstreifen erworben, und eine Erweiterung nach der Aussenseite vorgenommen werden, ohne die Chaussée einzubeziehen. Der freie Raum ausserhalb des besetzten Trottoirs, soll das Ausweichen der Wagen gestatten.

Eine passierbare Mindestbreite von 6 Metern erscheint als unerlässlich. Falls dies nicht möglich sein sollte, kann die Erweiterung nach der Chausséeseite hin erfolgen, jedoch unter Voraussetzung dass der Chaussée eine genügende Breite und ein entsprechendes Profil erhalten bleibt.

Für Bahnanlagen, welche Ortschaften durchziehen, ist eine besondere Bettung empfehlenswert. Können die Geleise nur auf der Chaussée selbst gelegt werden, so gehören sie bei dichtem Verkehr am Besten dort, wo die Lastwagen am wenigsten behindert werden. Bei geringem Verkehr liegt es im Interesse der Fahrbarkeit neben den Geleisen soviel Raum zu lassen, dass der Wagenverkehr nicht stets über dieselben Stellen geleitet wird. Man vermeidet solcherart übermässige Abnützung, auch Furchen und Löcher, wie auf allzuengen Strassen.

Strassenbahnanlagen auf der Chaussée können nur unter Verwendung von Zwangs- oder Rillenschienen ausgeführt werden. Die Rillenbreite von 29 bis 35 Millimetern, sowohl in der Geraden, als auch an Kurven beeinträchtigt den normalen Verkehr in keiner Weise; auch wird das leichte Rollen der Strassenbahnwagen dadurch nicht behindert.

Die Schienen sollen im Niveau der Fahrbahn liegen, und eine Überhöbung kann nur ausnahmsweise und, wenn erforderlich, unter Abänderung des

Strassenprofils vorgenommen werden. Überhöbungen sind nur an schnell zu nehmenden Kurven erforderlich. Sobald eine Linie ausnehmend starke Gefälle aufweist, wäre der Betrieb erst nach ausreichender praktischer Erprobung des Materials zu bewilligen.

Auf dem Trottoir gelegte Strassenbahngeleise können nach Art der Lokalbahnen aus Vignoleschienen bestehen. Die Eisenbahnenbettung wird dann durch ein Trottoir geschützt, bei dessen Anlage für den Abzug des von der Chaussée zuströmenden Wassers Sorge zu tragen ist.

Bei Bahnanlagen auf der Chaussée selbst, liegt die Unterhaltung der ganzen Zone dem Konzessionsinhaber ob. Grösste Sorgfalt liegt in seinem eigenen Interesse, denn eine Bahnstrecke ist nur dann in gutem Zustand wenn auch die angrenzende Chaussée gut unterhalten wird.

Auf Schwellen gelegte Geleise sind mit Pflasterstrassen nahezu unvereinbar. Erheischen die Verhältnisse diese Bauart, muss die Strasse in der Schwellenlänge auf Makadam umgebaut werden.

Auf makadamisierten Strassen gelegte Geleise bewähren sich in der Regel nicht sonderlich. Sie sollten nur über kurze Strecken geführt werden.

Die Zwangsschiene kann wegfallen, wenn die Strasse neben dem Schienenwege, dem Wagenverkehr ausreichend Raum bietet.

Auf Pflasterstrassen erscheint die Geleiseanlage auf Langschwellen als zweckmässiger. Auch auf Schotterstrassen ist sie zulässig. Die Beschaffenheit der Langschwellen soll möglichste Gleichartigkeit mit dem Grund- und Deckbau der angrenzenden Chaussée aufweisen. Abgesehen von Luxusstrassen, die nur selten durch ländliche Strassenbahnen befahren werden, bestehen die besten Langschwellen aus Schottermaterialien oder gut körnigem Kieselsand.

Rinnenschienen sind fast allgemein gebräuchlich. Auf die Härte des Metalls, richtiges Profil, sowie auf die Länge der Schienen ist besonders zu achten; auch sind Fugen beim Legen zu vermeiden. Volle Aufmerksamkeit muss der Verbindung der Schienen zugewendet werden, welche möglichst robust zu bewerkstelligen ist. Starker Verkehr kann das Zusammenschweissen der Anschlüsse als empfehlenswert erscheinen lassen.

Querverbindungen sind derart anzubringen, dass Sortieren und Legen des Pflasters keine Schwierigkeiten bietet, auch ist Alles zu vermeiden, was Furchenbildung veranlassen könnte.

Vignoleweichen sollten auf Chausséen prinzipiell nicht zugelassen werden. Es empfiehlt sich jene Vorrichtungen zu wählen, welche sich für Kranzschienen eignen. Einfache und robuste Apparate, sowie erstklassiges Material sind hier noch weit mehr als auf Eisenbahnen erforderlich. Die Einrichtung ist derart anzulegen, dass sie die Pflasterungen einfasst, allzu spitze Winkel vermeidet, und die Anschlüsse nur auf wenige Richtungen beschränkt, um die Weichenstellung zu erleichtern.

Drehscheiben sind tunlichst zu verwerfen. Endstationen laufen am Besten in eine Schleife, oder in das amerikanische Dreieck aus.

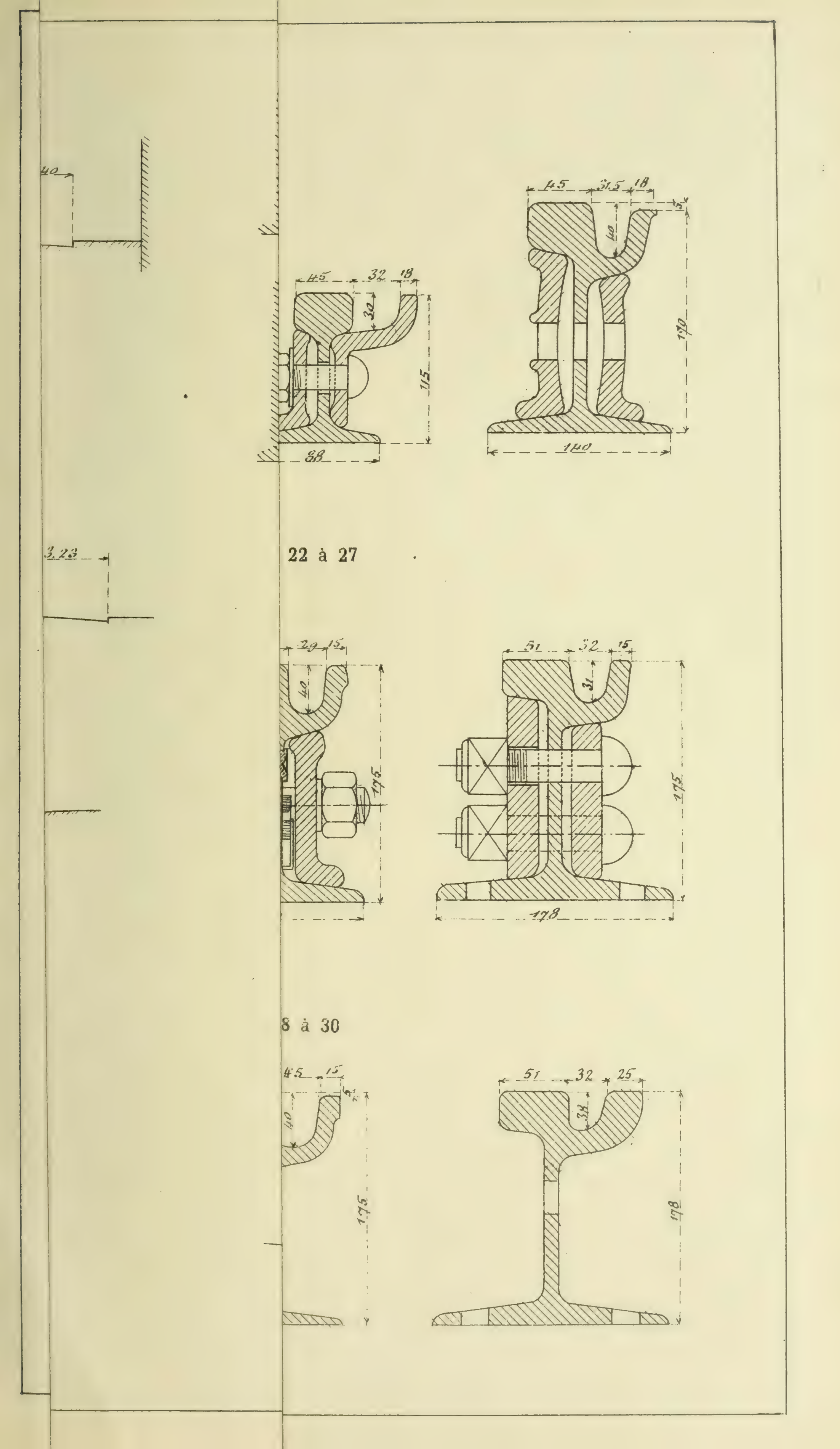
Tiefer liegende Teile der Strecke sind sowohl im Interesse der Strassenbahn, als auch der Chaussée zu entwässern.

Mit Rücksicht auf Sicherheit und Bequemlichkeit des Verkehrs, scheint es nicht angezeigt, um jeden Preis allgemeine Vorschriften zu erlassen. Es ist vorzuziehen, wenn es den zuständigen Behörden vorbehalten bleibt, die den jeweiligen lokalen Verhältnissen entsprechenden Massregeln zu ergreifen haben. Indessen giebt es Vorschriften, für welche sich Einheitlichkeit empfiehlt, wie beispielsweise für die Wagenbeleuchtung oder die akustischen Annäherungs-Signale.

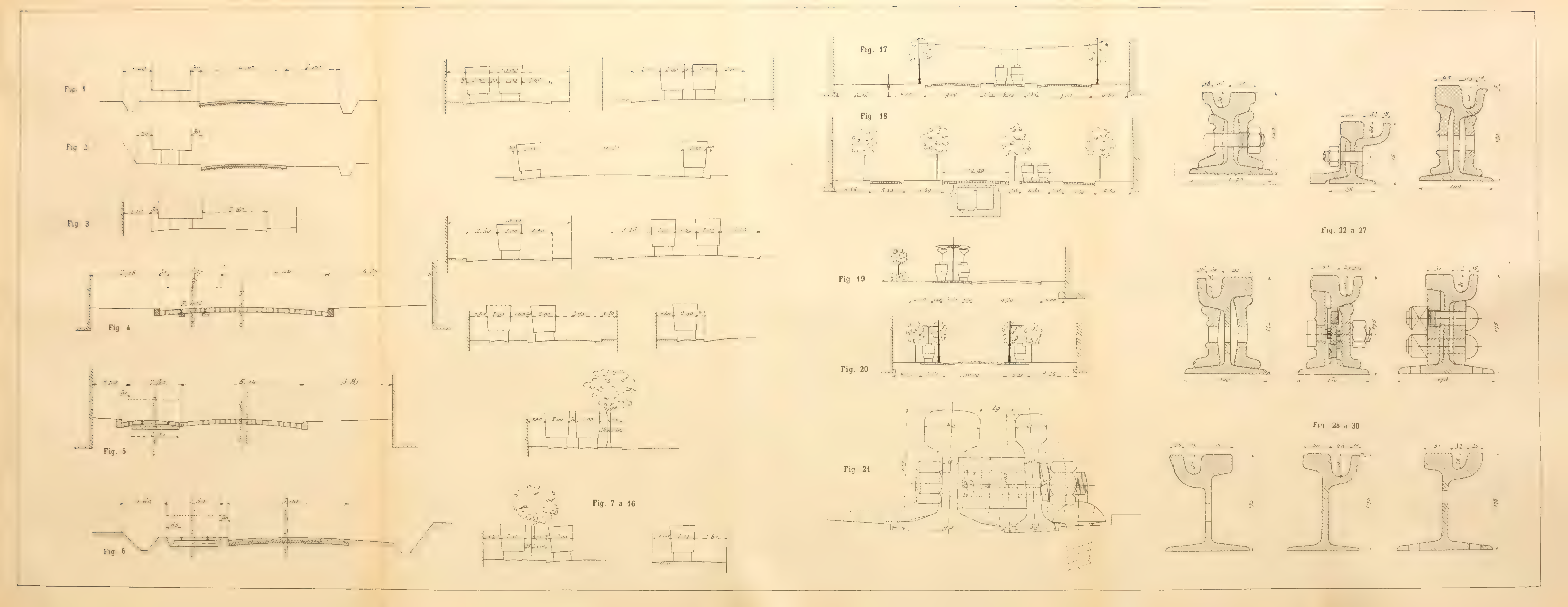
Bezüglich der Strassenbahnbeleuchtung lässt sich, seit dem Befahren der Strassen durch ausnehmend schnelle Wagen, die Frage aufwerfen, ob es nicht — mindestens in bestimmten Fällen — ratsam wäre, sämtlichen Wagen die Führung verschiedenfarbiger Laternen vorne und rückwärts vorzuschreiben.

Der Strassenbahnverkehr verursacht häufig störenden Rauch, und wirbelt stellenweise wahre Staubwolken auf. Ungeachtet aller Vorschriften hat man bisher kein Mittel zur Verbinderung von Rauch gefunden. Staubbildung könnte nur durch Einschliessen der Geleise in eine hinreichend breite, gepflasterte Zone wirksam bekämpft werden. Erscheint dieses Mittel als zu kostspielig, kann vorzugsweise je nach Bedürfnis, mehr oder weniger häufig mit Westrumit bespritzt werden.

(Übersetz. Blaevoet.)



40
45
31.5
18
5
40
170
140
45
32
18
30
115
88
3.23
22 à 27
29
15
40
175
51
32
15
31
175
178
8 à 30
45
15
5
40
175
51
32
25
38
178


Fig. 1
Fig 2
Fig 3
Fig 4
Fig. 5
Fig 6
Fig. 7 a 16
Fig. 17
Fig 18
Fig 19
Fig. 20
Fig 21
Fig. 22 a 27
Fig 28 a 30

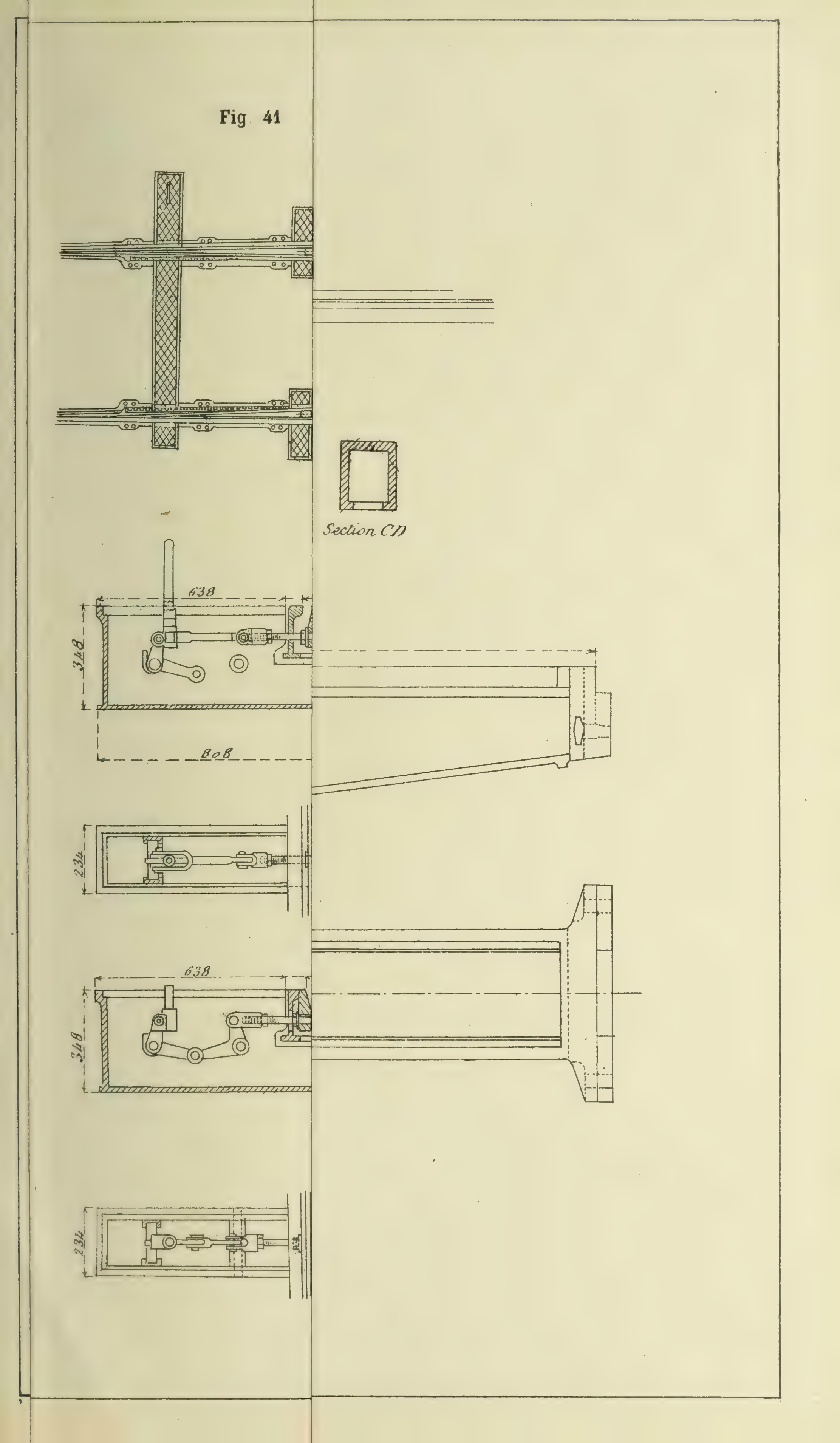


Fig 41

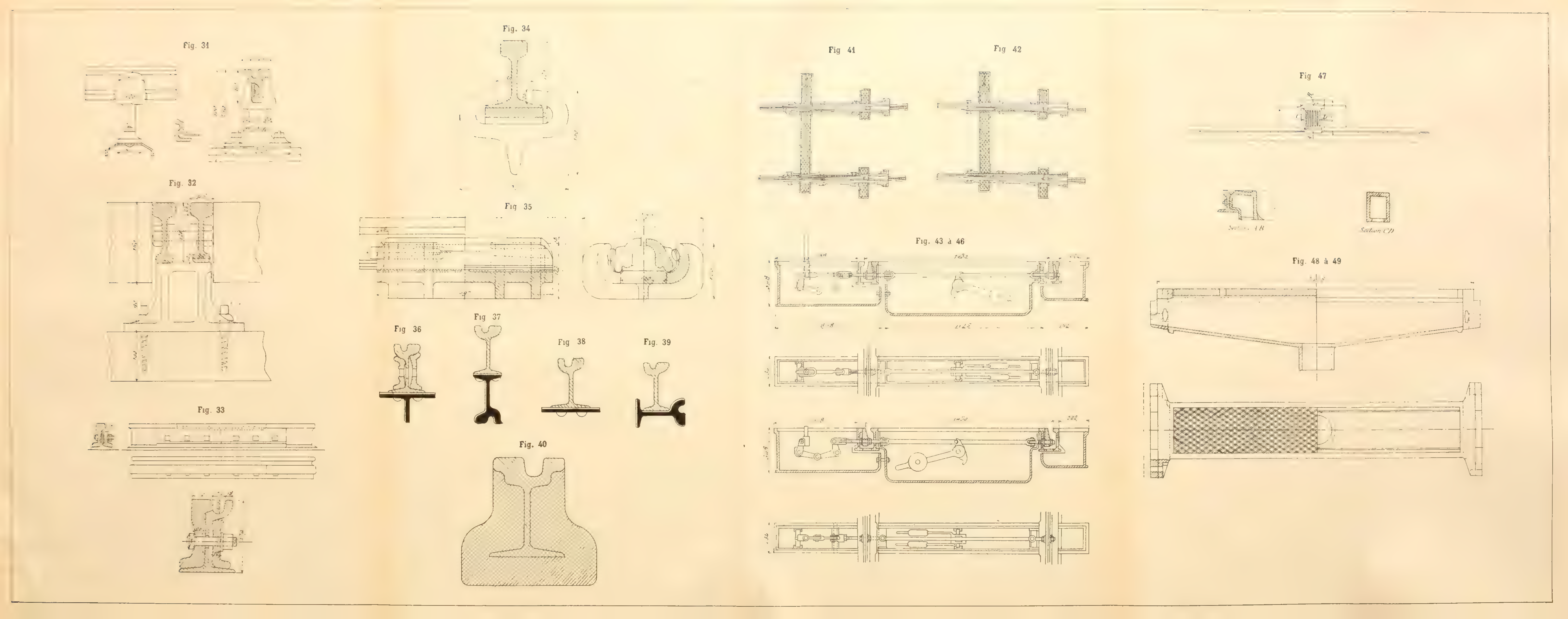
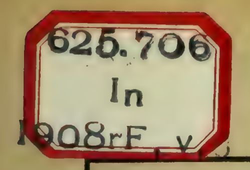


Fig. 31
Fig. 32
Fig. 33
Fig. 34
Fig. 35
Fig. 36
Fig. 37
Fig. 38
Fig. 39
Fig. 40
Fig. 41
Fig. 42
Fig. 43 à 46
Fig. 47
Section AB
Section CD
Fig. 48 à 49



Ier CONGRÈS INTERNATIONAL DE LA ROUTE
PARIS 1908

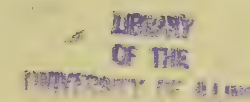
8e QUESTION

LA ROUTE

ET LES

SERVICES DE TRANSPORTS MÉCANIQUES

TRANSPORTS EN COMMUN, TRANSPORTS INDUSTRIELS
VOIES DE TRAMWAYS



RAPPORT

PRÉSENTÉ AU NOM DE LA CHAMBRE SYNDICALE DE L'AUTOMOBILE

PAR

M. LUCIEN PÉRISSÉ
Ingénieur des Arts et Manufactures.
Secrétaire de la Commission technique de l'Automobile-Club de France.

PARIS
IMPRIMERIE GÉNÉRALE LAHURE
9, RUE DE FLEURUS, 9

1908

LA ROUTE

ET LES SERVICES DE TRANSPORTS MÉCANIQUES

TRANSPORTS EN COMMUN, TRANSPORTS INDUSTRIELS
VOIES DE TRAMWAYS

RAPPORT

PAR

M. LUCIEN PÉRISSÉ

Ingénieur des Arts et Manufactures.
Secrétaire de la Commission technique de l'Automobile-Club de France.

La Chambre syndicale de l'Automobile et des Industries qui s'y rattachent a été chargée, par le Comité technique du Congrès, de présenter un rapport sur la 8e question. Elle a bien voulu me désigner comme son rapporteur et je suis heureux de l'occasion qui m'est ainsi offerte de la remercier de l'honneur qu'elle a bien voulu me faire.

La question a été libellée de la façon suivante :

La route et les services de transports mécaniques, transports en commun, transports industriels, voies de tramways.

Je demanderai donc tout d'abord à justifier la façon dont j'ai envisagé l'exposé de cette question.

Vaste en aurait été le développement si l'on avait voulu traiter de tous les rapports des services publics ou industriels avec la route, c'est-à-dire avec la voie indispensable à leur existence même, et je me serais peut-être laissé entraîner sur cette pente très séduisante si l'examen des autres questions soumises au Congrès ne montrait justement que tous les autres points de vue avaient été envisagés et discutés par les précédents rapporteurs et que c'est justement de considérations analogues à celles que je pourrais développer qu'est découlé le programme et le texte des questions examinées.

La 8e question est un dernier chapitre tout documentaire, et il m'a semblé que le rôle du rapporteur de cette question devait se borner à fixer, en cette année 1908, l'importance respective des trois catégories de véhicules, qui, en utilisant la route, contribuent largement à sa détérioration ou plutôt à la diminution de jouissance qu'en font les autres usagers.

Le développement des tramways mécaniques d'abord, l'essort normal des automobiles pour le transport en commun et aussi celui des services d'usines constituent une parcelle de l'histoire administrative et industrielle de notre pays que les documents ci-après vont servir à déterminer. Pour réunir ceux-ci, la Chambre syndicale a eu recours à MM. les ingénieurs en chef des départements de France et d'Algérie, à l'obligeance extrême desquels je dois ici rendre un public hommage en nous excusant à nouveau de les avoir importunés de nos demandes. Le questionnaire qui leur a été adressé comprenait les questions suivantes :

I. — TRANSPORTS EN COMMUN

a) *Quelles sont les entreprises de transports en commun par automobiles fonctionnant en* 1908 *et quelles sont les lignes exploitées dans votre département ?*

Depuis quelle époque sont-elles en fonctionnement ?

Noms des exploitants et, autant que possible, systèmes mécaniques employés ?

Nombre et capacité des véhicules en exploitation ?

Poids maximum par essieu et largeur des jantes ?

b) *Y a-t-il eu, antérieurement à ces services, d'autres services qui ont disparu et quelle était la longueur des lignes exploitées ?*

c) *Quelles sont les lignes en projet ou pour lesquelles des études ont été faites ?*

Quelle longueur approximative doivent-elles avoir ?

II. — TRANSPORTS INDUSTRIELS

Existe-t-il des transports par automobiles organisés par des industriels ?

Nombre et type des véhicules en service ?

III. — VOIES DE TRAMWAYS

Poids maxima par essieu et largeur des jantes ?

Statistique ordinaire des tramways ?

Nombre de kilomètres de voies en exploitation, en construction, en concession ?

Système mécanique adopté ?

Quelle est la largeur maximum des routes compatible, à votre avis, avec l'établissement des voies de tramways?

Les réponses ont été très nombreuses, puisque trois départements seulement n'ont pas répondu à notre questionnaire, très probablement parce que les réponses à faire ne présentaient pas d'intérêt; ce sont les départements de la Drôme, du Lot-et-Garonne et de la Mayenne. Ils constituent une quantité négligeable.

Dans 20 départements la réponse a été « néant » sur la question des transports en commun par automobile, dans 47 départements elle a été la même sur la question des transports industriels et enfin dans 15 départements il n'existe pas encore de tramways mécaniques.

Nous avons condensé dans les tableaux annexes du présent rapport tous les renseignements les plus intéressants extraits des réponses qui ont été faites par MM. les Ingénieurs en chef, nous n'avons rien à y ajouter. D'autre part, nous résumerons les observations particulières que beaucoup d'entre eux ont bien voulu prendre la peine de nous adresser en les classant en deux catégories : l'une comprenant les services automobiles de transport de voyageurs ou de marchandises, l'autre relative aux tramways pour lesquels la question de la route se présente sous un point de vue très différent que pour les automobiles.

A. — TRANSPORTS EN COMMUN ET INDUSTRIELS PAR AUTOMOBILES

J'observe tout d'abord que les départements où il n'existe aucun transport par automobiles, sont assez difficiles à grouper; il est même impossible de tirer une conclusion de leurs situations respectives, car elle aurait les plus grandes chances de n'avoir qu'une exactitude tout à fait relative. Quant aux transports industriels, les renseignements sont moins précis que pour les transports en commun; cependant, si les renseignements qui nous sont donnés sont très explicites dans certains départements, nous n'avons malheureusement que des données tout à fait incomplètes sur le nombre de kilomètres parcourus annuellement par ces véhicules.

Qu'il s'agisse de véhicules automobiles pour transports en commun (tableau annexe I) ou de véhicules industriels (tableau annexe II), la question la plus importante pour la route et celle qui intéresse directement le Congrès est la largeur de la jante, c'est-à-dire de la partie du véhicule qui pèse et prend son point d'appui moteur sur le sol pour la propulsion; c'est encore mieux le poids spécifique sur la route c'est-à-dire le poids par centimètre de largeur des jantes qui intervient comme l'élément direct d'appréciation. Nous ne possédons sur cette question si importante cependant que les intéressants chiffres d'expérience du général Morin avec

un ingénieux tableau d'égale dégradation en fonction du poids de la vitesse et de la largeur des jantes, mais il ne se rapporte que de bien loin aux données actuelles du problème.

Nous avons classé les automobiles de poids lourds en trois catégories, savoir :

1° Les *omnibus automobiles* dont les poids par essieu sont assez variables, mais, à mon avis, ne devront jamais dépasser 3500 à 4000 kg pour l'essieu moteur qui est évidemment celui qui est le plus chargé lorsque le véhicule est rempli de voyageurs.

La vitesse commerciale de ces omnibus automobiles doit raisonnablement se tenir dans les environs de 20 km à l'heure de moyenne et la plupart du temps ils emploient des bandages en caoutchouc plein, en attendant que les fabricants de pneumatiques aient réalisé un bandage à air approprié à ce service spécial.

C'est du reste pour diminuer le poids par essieu, qui intervient non seulement dans les dégradations de la route, mais également dans l'usure des roues, que les constructeurs du train Renard ont, dans leur système, adopté d'une façon générale l'emploi de véhicules à 6 roues. Des essais très concluants ont été faits dans le même sens par la Société lorraine de Dietrich, M. Borderel, etc....

2° Les *camions automobiles* ont des poids très différents, suivant qu'ils emploient comme mode de propulsion le moteur à pétrole ou la chaudière et le moteur à vapeur; on peut dire cependant que les constructeurs cherchent d'une façon générale, et très justement, à ne pas dépasser le poids de 4000 kg sur l'essieu le plus chargé et que la vitesse se tient, en général, entre 12 et 15 km à l'heure; pour cette vitesse au surplus on emploie maintenant, avec succès, les bandages en fer et on ne réserve les bandages en caoutchouc que pour les véhicules animés d'une vitesse plus grande.

3° Nous avons cru utile de placer dans une catégorie spéciale les *tracteurs* et les *locomotives routières* qui ont un poids d'autant plus considérable qu'on leur demande de traîner une charge plus grande et qui ont besoin, en ce qui concerne la largeur des jantes, de dispositifs particuliers pour obtenir l'adhérence nécessaire à la propulsion d'une charge qui n'entre pas dans le poids adhérent. Le poids des locomotives routières atteint fréquemment 6 à 7000 kg sur l'essieu le plus chargé, ce qui est excessif; la vitesse, en général, est de 8 à 10 km à l'heure. Les jantes sont presque toujours métalliques et quelques-unes présentent même l'aggravation d'être munies de stries ou de saillies obliques pour éviter le patinage; dans cette catégorie nous avons classé les véhicules remorqués par les locomotives routières.

Tous les renseignements recueillis dans 37 départements sont réunis dans le tableau annexe III qui indique, pour chaque cas intéressant, les poids maximums de l'essieu le plus chargé et la largeur des jantes corres-

pondantes; nous en avons calculé le poids par centimètre de largeur de jante et nous arrivons ainsi aux chiffres moyens suivants :

	Omnibus. Kg.	Camions. Kg.	Routières. Kg
Poids de l'essieu le plus chargé.	2600	2800	5400
Poids par centimètre de largeur de jante. .	201,1	225,9	189,7

Il résulte de ces chiffres que les camions ont un poids par centimètre de largeur de jante supérieur aux autres catégories de véhicules, mais il faudrait, pour fixer ce point technique, des expériences qui semblent s'imposer avec le développement de la locomotion moderne. En attendant ces expériences, il paraîtrait utile, pour la conservation des routes actuelles, de ne pas dépasser 150 kg par centimètre de largeur de jante pour les véhicules pouvant marcher à 20 km à l'heure et de se tenir à 200 kg pour les véhicules porteurs circulant en dessous de cette vitesse, en limitant en tout cas la charge par essieu à un chiffre maximum de 3500 ou 4000 kg. Pour les tracteurs on pourrait élever cette limite à 5000 kg avec un poids de 175 kg par centimètre de largeur de jante; ce chiffre devant être inférieur à celui qui a été indiqué pour le camion, en raison de la dégradation supplémentaire que, à poids égal, le tracteur fait subir à la route.

En tout cas il me paraît utile d'appeler l'attention du Congrès sur la nécessité impérieuse pour la route de réunir dans chaque département des renseignements précis contrôlés par les autorités compétentes, relatifs à la question de poids maximum et de largeur des jantes.

On peut donc se demander s'il n'y aurait pas lieu de revenir sur les dispositions très libérales de la loi du 30 mai 1858, dite « de la Police du roulage et des Messageries publiques », qui édicte que toutes voitures suspendues ou non, servant au transport des marchandises ou des personnes, peuvent circuler sur les routes de France sans aucune condition de réglementation de poids et de largeur de jante.

C'est là évidemment une question qui viendra en discussion au Congrès.

B. — TRAMWAYS

Les renseignements statistiques sont sur cette question nombreux et très complets, et nous voyons, par le tableau annexe IV, qu'actuellement les tramways en exploitation représentent environ 8 à 9000 km.

La voie d'un mètre se partage avec la voie normale la faveur des exploitations : les voies de 60 cm sont l'exception.

En ce qui concerne la largeur des routes empruntées, il est évident que cette question intéresse non seulement ceux qui ont la charge de l'entretien de la route, mais également tous ceux qui font usage de cette route.

Il est cependant une question préjudicielle qu'il importe d'indiquer : il faut distinguer entre l'encombrement *permanent* produit par la voie

ferrée, cet encombrement étant *absolu* dans le cas de l'accotement et *relatif* dans le cas du rail noyé et l'encombrement *temporaire* produit lors de la circulation du matériel roulant ; faisons remarquer toutefois que le gabarit de ce matériel est assez sensiblement le même, qu'il s'agisse d'une voie de 1 m. ou d'une voie de 1 m. 44. On peut compter que ce gabarit se tiendra toujours entre 1 m. 80 et 2 m. 20, soit une moyenne qu'on peut prendre raisonnablement de 2 m. qui est applicable en presque tous les cas.

Il faut tenir compte, d'autre part, que l'encombrement du tramway est plus ou moins préjudiciel suivant le nombre de colliers qui parcourent la route, et plusieurs de mes correspondants ont bien voulu me donner des exemples appliqués à certaines parties de route de 500 à 600 colliers; enfin je dois donner des remerciements tout à fait particuliers à MM. les Ingénieurs en chef des départements de l'Ariège, l'Ain, les Deux-Sèvres, l'Eure, la Haute-Marne, l'Indre, le Loir-et-Cher, la Manche, le Pas-de-Calais, le Puy-de-Dôme, le Rhône, la Somme, le Tarn-et-Garonne qui ont pris la peine de me fournir des indications très précieuses sur la question que je m'étais permis de leur poser.

Sur la question de la largeur maximum des routes compatible avec l'établissement des voies de tramways, les avis des Ingénieurs sont très partagés, puisque leur opinion varie entre 5 et 11 m. ; toutefois, la majorité des opinions semble se tenir vers une largeur de 8 m. pour la voie étroite et 9 m. pour la voie normale, pour les tramways en accotement. Pour les voies en rails noyés, placées d'un côté de la route, la largeur de la route doit être au moins de 8 m., ce qui laisse une largeur utile de 5 m. avec le jeu indispensable pour permettre à deux voitures de se croiser sur la route à côté du tramway ; au surplus, pour les voies en rails noyés dans les agglomérations, il y a lieu de faire remarquer que le système qu'on adopte avec juste raison de préférence est celui de la pose de la voie dans l'axe de la route qui a pour effet de permettre le stationnement des voitures en face des riverains et diminue ainsi la gêne que le passage des tramways apporte devant leur maison.

CONCLUSIONS

Ce ne sont pas à proprement parler des conclusions par lesquelles nous terminerons le présent rapport, mais par un résumé extrait des renseignements statistiques qu'on trouvera dans les quatre tableaux annexes joints au rapport.

Les lignes de transports en commun par automobiles sont, en France, au nombre d'une centaine, représentant une longueur approximative de 1700 km desservis.

Le poids moyen de ces véhicules en circulation est, pour l'essieu le plus

chargé, de 2600 kg, et il résulte des renseignements donnés que, dans l'état actuel des routes, il faut désirer que le poids maximum en charge des véhicules en circulation, pour transports en commun, dont la vitesse commerciale se tient vers 20 km à l'heure, ne dépasse, sous aucun prétexte, 3500 à 4000 kg par essieu moteur, avec un poids spécifique de 150 kg par centimètre de largeur de jante.

Les services de véhicules industriels sont au nombre d'environ 67, correspondant à 29 départements. Le nombre des véhicules est environ de 150 avec une vitesse moyenne de 15 km à l'heure; le poids maximum par essieu ne devra pas dépasser, pour les camions, le chiffre de 4000 kg avec un poids spécifique de 200 kg par centimètre de largeur de jante et, pour les tracteurs, un poids maximum de 5000 kg avec un poids spécifique de 175 kg.

En ce qui concerne les tramways, il y a lieu de signaler que 8000 à 9000 km de voies de tramways sillonnent actuellement les routes de France et qu'il serait à désirer que ces voies de tramways ne soient, sous aucun prétexte, installées en accotement sur des routes n'ayant pas au moins 9 m. de largeur, afin de permettre aux autres modes de transports d'user de la chaussée sans inconvénients pour la sécurité publique.

Paris, juin 1908.

TABLEAU I

DÉPARTEMENTS	CONCESSIONNAIRES DU SERVICE	LIGNES DESSERVIES	LONGUEUR
Ain.	Bouvet, à Salins (Jura).	Gex (Ain), à Morez (Jura).	. . . . . .
		Meximieux à Poncin.	30 km.
Alger.	. . . .	Affreville à Teniet-el-Hââd.	60 km.
Aube.	Cie franç. de transp. automobiles.	Arcis-sur-Aube à Brienne.	40 km.
		Arcis-sur-Aube à Romilly.	36 km.
Aude.	. . . .	. . . .	. . . . . .
Aveyron.	. . . .	Firminy à Cransac.	18 km.
		Rodez à Espalion.	33 km.
		Aurillac à Laguiole.	90 km.
Alpes (Basses-) . . .	Société anonyme des Messageries de Barcelonnette.	Barcelonnette à la gare de Prunières (Hautes-Alpes).	42 km.
Calvados	Cie des Messageries automobiles.	Pont-Audemer à Honfleur.	24 km.
		Honfleur à Trouville.	16 km.
		Pont-Audemer à Lisieux.	38 km.
	Cie Honfl. de transp. automobiles.	Honfleur à Trouville.	16 km.
		Caen à Caumont-l'Eventé.	39 km.
		Vire à Condé-sur-Noireau.	26 km.
	Cie des Messageries automobiles.	Lignes diverses.	. . . . . .
Cantal	Société pour le transp. autom. de Saint-Flour à Chaudesaigues.	Gare de Saint-Flour à Chaudesaigues.	33,2 km.
Charente-Inférieure .	. . . .	Rochefort à Tonnay-Charente.	7 km.
		Rochefort à Saint-Agnant.	6 km.
Cher	Société des trains Renard du Cher.	Nérondes à Blet.	15 km.
		Service des foires.	
		Nérondes à La Charité.	45 km.
Corse.	Combes-Camilli.	Ajaccio à Vico.	51 km.
	Soc. des transp. autom. de la Corse.	Ajaccio à Sartène.	88 km.
	Société des Messageries automobiles de la Corse.	Ajaccio à Vico.	51 km.
		Ajaccio à Sartène.	88 km.
		Sagone à Piana.	35 km.
Côtes-du-Nord. . . .	Société franç. des trains Renard.	Lamballe, Val-André, Ergny.	25 km.
Creuse	Société Auto-Transports.	La Souterraine à La Trimouille.	40 km.
Doubs	. . . .	Salins à Marchaux,	60 km.
Eure.	Cie des Messageries automobiles du Havre.	Pont-Audemer au Havre.	14 km.
		Pont-Audemer à Lisieux.	22 km.
		Pont-Audemer à Elbeuf.	36 km.
		Pont-Audemer à Trouville.	21 km.
	Roret.	Les Andelys à Vernon.	18 km.
Finistère	Ollivier Poussin et de La Bourdonnaye.	. . . .	. . . . . .
Garonne (Haute-) . .	. . . .	Toulouse à Kieumes.	35 km.
Gironde.	. . . .	Saint-André-de-Cubzac à Libourne.	13,5 km.
		Libourne à Guîtres,	15 km.
	En préparation.	Bazas, Grignols, Auros et Langon.	51 km.

TRANSPORTS EN COMMUN

DATE de commencement du service	NOMBRE ET NATURE des véhicules	NOMBRE de places offertes par véhicule	POIDS MAXIMUM par essieu	OBSERVATIONS
1906.	2 cars alpins Darraq-Serpollet.	15.	3500 kg.	Hiver : Côte d'Azur.
. . . . . .	. . . .	. . . . . .	. . . .	En projet.
1905-1906.	. . . .	. . . . . .	. . . .	Abandonné.
1899-1900.	Trains Scotte.	. . . . . .	. . . .	Abandonné.
1908.	. . . .	. . . . . .	. . . .	En projet.
. . . . . .	. . . .	. . . . . .	. . . .	A l'étude.
1906.	2 omnibus et 1 car alpin Darracq-Serpollet 30/40 chx.	20.	2600 kg.	
1907.		30.		
. . . . . .	. . . .	. . . . . .	. . . .	En projet.
1906.	6 omnibus.	22.	2500 kg.	
1907.	4 omnibus de Dion-Bouton 12 chx.	12.	2000 kg.	
1904-1907.	. . . .	. . . . . .	. . . .	Abandonné.
1897.	Omnibus de Dion-Bouton, à vap.	. . . . . .	. . . .	Abandonné.
1899.	. . . .	. . . . . .	. . . .	Abandonné.
1908.	. . . .	. . . . . .	. . . .	En projet.
1907.	2 omnibus.	20.	3200 kg.	
1906.	3 omnibus Delahaye 16/20 chx.	12.	1500 kg.	
1906.	2 omnibus Delahaye 24/30 chx.	24.	2300 kg.	
1907.	Trains Renard : 3 locomoteurs, 2 voitures à voyageurs. 1 voiture mixte, 4 fourg.	24. 14.	5300 kg.	
1907.	3 voit. mot. à ess., 4 cyl. 20/30 chx.	36 mc.	2500 kg.	
1907.	3 voit. mot. à ess., 2 cyl. 16/25 chx.	25,8 mc.	2550 kg.	
1902.	Vapeur.	. . . . . .	. . . .	Abandonné.
. . . . . .	. . . .	. . . . . .	. . . .	En projet.
. . . . . .	Trains-Renard.	. . . . . .	. . . .	En projet.
1907.	Darracq-Serpollet.	. . . . . .	. . . .	En projet.
Avril 1900.	. . . .	. . . . . .	. . . .	Abandonné.
1905.	Omnibus de Dion-Bouton 12 chx.	10.	2000 kg.	Vitesse com. : 20 km à l'heure.
1908.	Omnibus de Dion-Bouton 8 chx.	8.	1200 kg.	
. . . . . .	. . . .	. . . . . .	. . . .	En projet.
1901.	Trains Scotte.	. . . . . .	. . . .	Abandonné.
. . . . . .	Trains Scotte.	. . . . . .	. . . .	Abandonné.
. . . . . .	Trains Scotte.	. . . . . .	. . . .	Abandonné.
. . . . . .	. . . .	. . . . . .	. . . .	En projet.

DÉPARTEMENTS	CONCESSIONNAIRES DU SERVICE	LIGNES DESSERVIES	LONGUEUR
Hérault.	Arnoye père et fils à Montpellier.	Montpellier à Clermont-l'Hérault. Montpellier à Garges. Béziers à l'Aude.	46 km. 45 km. 18 km.
Indre-et-Loire. . . .	Société en liquidation en 1906.	15 lignes.	200 km.
Isère.	Auto-cars départementaux. Betton, à Bourg d'Oisans.	St-Laurent-du-P. à La Chartreuse. Le Bourg-d'Oisans au Lautaret.	10 km. 38 km.
	Société des autobus.	Voiron-Moirons-Tullins. Le Bourg-d'Oisans à Briançon.	14 km. 66 km.
Jura	. . . .	Salins, Besançon, Marchaux.	43 km.
Landes	Cie franç. des transp. automobiles.	Dax à Mont-de-Marsan.	52 km.
Loire-Inférieure . . .	. . . .	Nantes-Derval. Nantes-Ancenis-Grand-Fougeray. Nantes-Clisson. Clisson-Bourgneuf. Nozay-Clermont-sur-Loire.	53 km. 65 km. 28 km. 60 km. 41 km.
Loire.	. . . . Société française des trains Renard. Soc. des transp. auto. de Panissières.	Saint-Etienne-La Talaudière. Roanne à Thizy. Panissières à Pontcharra (Rhône).	8 km. 21 km. 15 km.
Lozère	. . . .	Mende à Florac.	40 km.
Manche.	Les Transports automobiles de la Manche (M. Fastout, à Paris).	Périers, Carantan, Isigny-sur-Mer. Périers-Saint-Lô. Carentan-Saint-Lô.	28 km. 30 km. 28 km.
	Cie Leclerc, de Paris. M. Fastout, à Paris.	Avranches à Granville. 24 lignes.	36 km. 700 km.
Marne	. . . .	. . . .	. . . . . .
Marne (Haute-) . . .	. . . .	Bourbonne à Vittel. Saint-Dizier à Vitry-le-François.	44 km. 40 km.
Meuse	De Dion-Bouton.	Stenay à Montmédy.	19 km.
Meurthe-et-Moselle. .	Monternach à Moyeuvre-Grande.	Homécourt à Moyeuvre-Grande). Nancy à Bonières-aux-Dames. Lunéville à Blâmont.	. . . . . . 8 km. 30 km.
Morbihan	. . . .	Vannes à Sarzeau.	25 km.
Nièvre	Rosier, Roblin et Cie.	Nevers à Châtillon-en-Bazois.	41 km.
Nord	. . . .	Lille à Tourcoing.	. . . . . .
Oise	Société Auto-Transports.	Méru à Valdampierre. Méru, Sainte-Geneviève, Noailles. Sainte-Geneviève à Beauvais. Beauvais à Bréteuil.	12,5 km. 15 km. 16 km. 28 km.
Oran	. . . .	Bel-Abbès à Mercier-Lacombe. Bel-Abbès à Mascara. Bou-Ktoub à Géryville. Nemours à Turenne. Oran à Mostaganem.	. . . . . . 85 km.
Orne	Legros, à Houlgate. Fesnault, à Argentan. Legros, à Houlgate. Société franç. des trains Renard.	Argentan à Trun. Argentan à Carrouges. Flers (Orne) à Ger (Manche). Laigle à Moutiers-Hubert.	15 km. 22 km. 22 km. 42,5 km.

DATE de commencement du service	NOMBRE ET NATURE des véhicules	NOMBRE de places offertes par véhicule	POIDS MAXIMUM par essieu	OBSERVATIONS
1908.	Omnibus à vapeur Serpollet.	22. 22. 20.	3500 kg. 3500 kg. 5500 kg.	
1905-1906.	Omnibus Ariès.		. . . .	Abandonné.
1907.	2 omnibus Mors 28/40 chx.	12.	1780 kg.	
1905.	Omn. Darracq-Serpollet, 20 chx.	12.	2000 kg.	
	Omn. Darracq-Serpollet, 12 chx.	7.		
1907.	. . . .	. . . . . .	. . . .	Abandonné.
1908.	. . . .	. . . . . .	. . . .	En projet.
. . . . . .	. . . .	. . . . . .	. . . .	Abandonné.
. . . . . .	. . . .	. . . . . .	. . . .	Abandonné.
. . . . . .	. . . .	. . . . . .	. . . .	En projet.
1899-1900.				
1908.	2 locoporteurs et 2 remorques.	22.	2233 kg.	
1908.	3 omnibus à vapeur Darracq-Serpollet.	20.	2300 kg.	
1908.	. . . .	. . . . . .	. . . .	En projet.
1907.	5 omnibus de Dion-Bouton, 4 cyl., 15 chx.	12. 12. 12.	2200 kg.	
1907.	Omnibus.			
. . . . . .	. . . .	. . . . . .	. . . .	En projet.
. . . . . .	. . . .	. . . . . .	. . . .	Projets divers.
. . . . . .	22 omnibus à essence 12 chx.	9.		
. . . . . .	. . . .	. . . . . .	. . . .	En projet.
1899-1901.	Omnibus à vap. de Dion-Bouton.	22.	. . . .	Abandonné.
Mars 1905.	Omnibus à pétrole 12 chx.	25.	2500 kg.	
. . . . . .	Autobus à pétrole.	. . . . . .	. . . .	Abandonné.
. . . . . .	Autobus à pétrole.	. . . . . .	. . . .	Abandonné.
. . . . . .	Omnibus à vap. de Dion-Bouton.	18.	. . . .	Abandonné.
1898-1903.	. . . .	. . . . . .	. . . .	Abandonné.
. . . . . .	. . . .	. . . . . .	. . . .	Abandonné.
1097.	8 omnibus à vapeur Darracq-Serpollet.	16.	2500 kg.	
. . . . . .	. . . .	15.		
. . . . . .	. . . .	. . . . . .	. . . .	Abandonné.
1907.	Omnibus de Dion-Bouton.	12.		
1907.	Omnibus de Dion-Bouton.	12.		
1907.	Omnibus de Dion-Bouton.	12.		
1908.	Trains Renard.	. . . . . .	. . . .	En projet.

DÉPARTEMENTS	CONCESSIONNAIRES DU SERVICE	LIGNES DESSERVIES	LONGUEUR
Pas-de-Calais	Soc. des trains Renard du Boulonnais.	Wimereux à Andresselles.	8,5 km.
		Wimereux à Wissant.	18 km.
Pyrénées (Basses-). .	. . . .	Gare de Nay à Bruyes.	12 km.
Pyrénées (Hautes-). .	Cie gén. des automobiles du Gers.	Auch à Vic-Fézensac.	28 km.
		Auch à Castelnau-Magnoac.	45 km.
Pyrénées-Orientales .	« La Cerdagne ». Peix et Verger.	Villefranche-de-Conflent à Montlouis	30 km.
Puy-de-Dôme	Société des transports automobiles d'Auvergne, à Thiers.	Saint-Rémy-sur-Durolle à Thiers et à Pont-de-Dore.	18 km.
	J. Armand.	Clermont à Cébozat.	8 km.
		Clermont à Saint-Amand-Tallende.	21 km.
	Cie générale des autobus.	Riom à Saint-Pardoux.	25 km.
	Michelin et Cie.	Clermont à Champeix.	27 km.
		Clermont-Riom-Vichy.	50 km.
		Clermont au Mont-Dore.	45 km.
Rhône	Soc. des transp. automobiles de Panissières.	Pontcharra à Panissières (Loire).	35 km.
	Carrel, à Denicé.	Villefranche à Denice et Rivollet.	12 km.
Saône-et-Loire. . . .	. . . .	Chalon à Bourgneuf.	11,5 km.
Saône (Haute-) . . .	. . . .	Port-d'Atelier à Vauvillers.	. . . . . .
		Gray à Dijon.	60 km.
Savoie	Avocat Pierre et Luscher.	Gare d'Albertville à Beaufort.	20 km.
	Société des transports industriels.	Brides à Pralognan.	20 km.
	Bernard et Dumas, à Moûtiers.	Moûtiers à Bury-Saint-Maurice.	27 km.
		Aix-les-Bains à Le Châtelard.	30 km.
Savoie (Haute-) . . .	Société des autom. Genève-Annecy.	Genève à Annecy.	40 km.
		Bodge à Annemasse.	21 km.
		Thones à Saint-Gervais-les-Bains.	50 km.
Seine-Inférieure. . .	Cie des Messageries automobiles du Havre.	Le Havre à Etretat.	30 km.
		Le Havre à Pont-Audemer par Tancarville.	41,5 km.
		Le Havre à Pont-Audemer par Saint-Romain.	41 km.
		Lillebonne à Camy.	50,6 km.
		Elbeuf à Pont-Audemer.	45 km.
	Gréal, à Veules.	Saint-Valéry-en-Caux à Veules-les-Roses.	8,8 km.
	Collet, à Veules.	Saint Valéry-en-Caux à Veules-les-Roses.	8,8 km.
	Burette, à Saint-Pierre.	Saint-Pierre-en-Port à Fécamp.	9 km.
	David, à Rouen.	Rouen au Val-de-la-Haye.	12 km.
	Soc. anon. Auto-Omnibus, à Rouen.	Rouen, Boisguillaume, Quincampoix.	12 km.
	Société d'autobus, Rouen.	Le Tréport à Mesnil-Val.	5,5 km.
	Société anonyme de transports automobiles de Dieppe.	Varengeville-sur-Mer à Dieppe et Sainte-Marguerite-sur-Mer.	34,5 km.
	Cie des Messageries automobiles.	Etretat-Fécamp Yport.	19,7 km.
		Le Havre, Gonneville-Etretat.	22,6 km.
		Le Havre, Saint-Romain, Bolbec	30,6 km.
		Vascœuil à Morgny.	15 km.

DATE de commencement du service	NOMBRE ET NATURE des véhicules	NOMBRE de places offerte par véhicule	POIDS MAXIMUM par essieu	OBSERVATIONS
Août 1906.	Train Renard.	32.	1500 kg.	
1904.	4 omnibus automobiles.	18.	1800 kg.	
. . . . . .	. . . .	. . . . . .	. . . .	En projet.
1907.	Omnibus à vapeur Darracq-Serpollet.	. . . . . .	. . . .	Abandonné.
. . . . . .	. . . .	. . . . . .	. . . .	Abandonné.
1905.	Omnibus à vapeur V. Purrey.	. . . . . .	6500 kg.	
Juillet 1907.	2 omnibus à vapeur Darracq-Serpollet.	19.	4000 kg.	
Juillet 1902. Févr. 1903	3 voitures Panhard 24 chx.	10.	1800 kg.	
Févr. 1908.	3 omnibus de Dion-Bouton.	13.		
. . . . . .	Omnibus Panhard-Levassor.	10.		
1907.	. . . .	. . . . . .	. . . .	Abandonné.
1907.	. . . .	. . . . . .	. . . .	Abandonné.
Août 1907.	3 omnibus à vapeur Darracq-Serpollet.	20.	2300 kg.	
Juin 1907.	Omnibus Delahaye.	18.	2500 kg.	
. . . . . .	Trains Scotte.	. . . . . .	. . . .	Abandonné.
. . . . . .	Trains Scotte.	. . . . . .	. . . .	Abandonné.
1908.	Autobus de Dion-Bouton.	12.	. . . .	En projet.
Juillet 1907.	2 voitures Orion.	20.	4000 kg.	
1907.	2 omnibus à pétrole de Diétrich.	9.		
1907.	2 omnibus à pétrole de Diétrich.	24.	3000 kg.	
1907.	. . . .	. . . . . .	. . . .	Abandonné.
Sept. 1906.	3 omnibus à vapeur Gardner-Serpollet.	22.	3000 kg.	
. . . . . .	. . . .	. . . . . .	. . . .	Abandonné.
. . . . . .	. . . .	. . . . . .	. . . .	En projet.
1903.	10 omnibus à pétrole de Dion-Bouton.	16.	2667 kg.	
1905.		12.	2334 kg.	
1905.		12.	2000 kg.	
1907.		12.	2134 kg.	
1907.	. . . .	9.	1600 kg.	
1906.	Omnibus à pétrole de Dion-Bouton.	7.	650 kg.	
1906.	Omnibus à pétrole de Dion-Bouton.	7.	750 kg.	
1907.	Omnibus à pétrole de Dion-Bouton.	12.	2000 kg.	
1907.	Omnibus à pétrole de Diétrich.	16.	3220 kg.	
1907.	3 omnibus à pétrole de Delahaye.	16.	400 kg.	
1906.	2 omnibus à pétrole de Delahaye.	20.	1838 kg.	
1906.	3 omnibus à pétrole de Dion-Bouton.	16.	2500 kg.	
1903.	Omnibus à vap. de Dion-Bouton.	. . . . . .	. . . .	Abandonné.
. . . .	. . . .	. . . . . .	. . . .	En projet.

DÉPARTEMENTS	CONCESSIONNAIRES DU SERVICE	LIGNES DESSERVIES	LONGUEUR
Seine-et-Marne. . . .	Zouckermann, à Coulommiers. Galy.	Coulommiers à Melun. Meaux à Coulommiers. Couilly à Lagny. La Ferté-s-Jouarre à Coulommiers.	49 km. 29,2 km. 12,3 km. 20 km.
Seine-et-Oise	Hamayon frères, à Septeuil.	Mantes à Septeuil.	. . . . . .
	18 lignes en projet dont :	Versailles à Argenteuil. Corbeil à Rambouillet. Etampes à Mantes. Mantes à la Roche-Guyon. Mantes à Magny. Le Raincy à Dammartin. Mitry-Mory à Paris, etc., etc.	
Somme.	Dermigny, à Saint-Valéry.	Saint-Valéry-s.-Somme au Tréport.	25 km.
Tarn	Cie générale des autobus, Paris.	Revel, Sorèze et Castres.	55,6 km.
Vaucluse	Louis Aubert.	Avignon à Châteaurenard (B.-d.-R.)	10,2 km.
		Cavaillon à Avignon. Cadenet à Pertuis. Carpentras à Villes. Carpentras à Voison. Saint-Saturnin à Saint-Didier. Carpentras au Crestet.	24 km. . . . . . .
Vienne (Haute-) . . .	. . . .	Saint-Mathieu à Châlus. Châlus à Nexon. St-Yrieix à St-Germain-les-Belles.	31,4 km. 25 km. 34 km.
Vosges	Soc. vosgienne des trains Renard. Gibard, à Remiremont.	Remiremont à Plombières. Remiremont à Plombières.	14 km. 14 km.
	Société des autos vosgiens, à Saint-Dié.	Saint-Dié à Saales (Alsace-Lorraine). Saint-Dié à Sainte-Marie-aux-Mines (Alsace-Lorraine).	20 km. 25 km.

DATE du commencement du service	NOMBRE ET NATURE des véhicules	NOMBRE de places offertes par véhicule	POIDS MAXIMUM par essieu	OBSERVATIONS
Déc. 1907.	3 voitures Guillierme.	13.		
. . . . . .	3 omnibus Turgan.	. . . . . .	. . . .	Abandonné.
. . . . . .	. . . .	. . . . . .	. . . .	En projet.
1904.	Omnibus Panhard-Levassor. Omnibus Aster.	13. 18.	2000 kg. 2500 kg.	
1906.	. . . .	. . . . . .	. . . .	Abandonné.
Déc. 1907.	3 omnibus de 12, 15 et 20 chx.	12. 15. 20.	2500 kg. 3200 kg. 3900 kg.	
Oct. 1907.	6 voitures à pétrole.	12. 16.	2000 kg. 2200 kg.	
1907.	6 voitures à pétrole.	. . . . . .	. . . .	Abandonné.
. . . . . .	. . . .	. . . . . .	. . . .	En projet.
. . . . . .	. . . .	. . . . . .	. . . .	En projet.
1906.	Train Renard.	. . . . . .	. . . .	Abandonné.
1907.	2 voitures à pétrole.	8.	1170 kg.	
1903.	3 autobus à pétrole de Diétrich.	12.	2134 kg.	

TABLEAU II. — TRANSPORTS INDUSTRIELS

DÉPARTEMENTS	PROPRIÉTAIRES	SYSTÈME MÉCANIQUE adopté.	NOMBRE des véhicules	POIDS maximum par essieu.
Ain.	Defforey, épicier en gros à Lagnien.	Camion à pétrole Delahaye, 4 cyl., 27 chev.	1	3000 kg.
	Tuilerie de Ferney-Voltaire.	Camion à pétrole Orion, 2 cyl. 30 chev.	1	3000 kg.
	Minoterie Reffay, à Nurieux.	Camion à pétrole.	1	»
	Minoterie Noël, à Germagnat.	Camion à pétrole.	1	»
Alger	Service entre Affreville et Téniet-el-Haâd (60 km.).	. . . .	»	5500 kg.
Alpes-Maritimes	Société industrielle et commerciale de Nice (blé et farine).	. . . .	1	»
Ardennes. . . .	La Macérienne, à Mézières.	Camion à pétrole Bayard-Clément 15 chev.	1	1500 kg.
	Ateliers d'estampage Martinet, à Mézières.	Camion à pétrole Renault frères, 14 chev.	1	1000 kg.
	Thomé-Génot, à Nouzon (ferronnerie).	Camion à pétrole Mendelssohn, 40 chev.	1	2500 kg.
	Moulins de Sedan.	Camion à pétrole société nancéenne, 12 chev.	1	3000 kg.
	Usines de l'Espérance, à Gaulier-Floing.	Camion à pétrole de Diétrich, 6 chev.	4	1000 kg.
Aude.	Mines de Bize.	Tracteur à vapeur Cail.	1	7500 kg.
Calvados. . . .	Ténard, de Rouen.	Camion à vapeur.	1	3500 kg.
Charente. . . .	. . . .	Camion à pétrole.	1	4000 kg.
		Locomotive routière à vapeur.	4	5000 kg.
Côtes-du-Nord .	Frugier et Cie, à Limoges.	Locomotive routière à vapeur.	6	7000 kg.
Doubs.	Forges de Franche-Comté (Besançon à Clamecy).	. . . .	2	1500 kg.
	Compagnie du gaz de Besançon (Besançon à Caramèse).	. . . .	1	1100 kg.
	Entreprise Brun (Besançon aux forges de Chenecey).	Tracteur.	3	5000 kg.
Eure.	Brasserie Jeuné, à Sochaux.	Locomotive routière à vapeur.	3	4000 kg.
	Barchai, à Nassandres (betteraves).	Trains routiers.		
Garonne (Haute-)	Syndicat des mines de Lès (Esp.) à Marignac (Hte-Gar.)	Camion à pétrole Orion.	4	2500 kg.
		Camion à pétrole Orion.	4	1500 kg.
Gironde	Nouvelles Galeries, Bordeaux.	Fourgon Panhard-Levassor, 4 cyl. 10 chev.	4	2000 kg.
	Dames de France. Bordeaux.	Voitures Panhard.	5	2300 kg.
	Moulin de Lauriolé.	Camion, 2 cyl., 16 chev.	1	5000 kg.
Haut-Rhin . . .	Jeuné, brasserie de Sochaux.	Camion à vap. Purrey.	. . . .	5000 kg.
	Schwob, à Saint-Germain.	Camion à pétr. de Dion.	. . . .	4000 kg.
		Camion à pétr. Peugeot.	. . . .	3000 kg.
		Camion à pétr. Boyer.	. . . .	4000 kg.

DÉPARTEMENTS	PROPRIÉTAIRES	SYSTÈME MÉCANIQUE adopté.	NOMBRE des véhicules	POIDS maximum par essieu.
Isère	Brasserie de Vezelise.	. . . .	1	»
Jura.	Société des Forges de Franche-Comté.	Camion à pétrole.	1	2850 kg.
	Sauvin, minotier, à Pont-de-Poisse.	Camion à pétrole.	1	4000 kg.
Loire	Papeterie Rabourdin à Villeret.	Camion à vapeur de Dion-Bouton.	Aband.	3800 kg.
	Société roannaise des apprêts.	. . . .	1	»
	Fourgon stéphanois, de Saint-Etienne à Lyon.	Camion à vap. Purrey.	2	5500 kg.
Loire (Haute-)..	. . . .	Camion Orion à pétrole.	1	3000 kg.
	. . . .	Camion Emress à pétr.	1	2000 kg.
	. . . .	Camion à vapeur Purrey.	1	4300 kg.
Manche	Bretel frères, négociants en beurre, à Valognes.	Trains Renard à pétrole et à vapeur.	7	2525 kg.
Marne.	Pommery et Cie, à Reims.	Camion à pétrole de Dion-Bouton, 20 chev.	3	1500 kg.
	Hérold et Cie, à Reims.	Camion à pétrole Orion, 22 chev.	1	3250 kg.
	Compagnie du gaz de Reims.	Camion à vapeur Dion-Bouton, 25 chev.	1	3500 kg.
	Usine Panhard-Levassor de Reims.	Camion à pétrole Panhard-Levassor, 10 chev.	1	1100 kg.
	Usine Brasier de Reims.	Camion à pétrole Brasier, 12 chev.	1	600 kg.
	Société Goulet-Turpin, à Reims	Camion avant-train Latil, pétrole, 14 chev.	1	1000 kg.
	Grand Bazard, à Reims.	Camion à pétrole Panhard, 15 chev.	1	900 kg.
	Société de construction d'automobiles de Reims.	Camion à pétrole S. C. A. R. 15 chev.	1	650 kg.
	Pfender (brasserie de l'Etoile), à Châlons-sur-Marne.	. . . .	1	1500 kg.
	Hémard, marchand de grains, à Châlons-sur-Marne.	. . . .	1	1500 kg.
Marne (Haute-).	Moulins Michaux.	Camion à vapeur Purrey.	1	»
	Gasser et Messany (bois).	Camion à vapeur Purrey.	2	2500 kg.
Nièvre.	. . . .	Locomotives routières à vapeur.	10 Rem	4000 kg. 2000 kg.
Nord.	Lille, Armentières, Roubaix, Tourcoing.	. . . .	3	6500 kg.
Pas-de-Calais. .	Compagnie des Mines de Béthune.	Autobus Brillié à 50 places.	2	6800 kg.
Rhône.	Seigle, minotier, à Gleizé.	Camions à pétr. Orion.	2	4400 kg.
	Vermorel, à Villefranche.	Voitures Vermorel.	2	1000 kg.
	Société de teintures, impressions et apprêts de Thizy.	Cam. à pétr. Cohendet.	2	4000 kg.
	Crozet frères, liquoristes, à Thizy.	Camion Orion, 20 chev.	1	2300 kg.
		Automobile transformée.	1	2300 kg.
	Service de Roanne à Bourg-de-Thizy (23 km.).	Trains Renard.	»	»
	Etc., etc., etc.			

DÉPARTEMENTS	PROPRIÉTAIRES	SYSTÈME MÉCANIQUE adopté.	NOMBRE des véhicules	POIDS maximum par essieu.
Saône-et-Loire .	Graves, industriel, à Claire-fontaine.	Camion à pétrole, Dion-Bouton.	1	1750 kg.
Savoie.	Bernard, à Moûtiers.	Tracteur à vapeur.	2	3600 kg. 3000 kg.
Savoie (Haute-).	Plusieurs industriels.	Voitures diverses.	»	»
Seine-Inférieure	Service de Lillebonne à Rouen (40 km.).	Camion à pétr. Orion.	Abandonné.	»
	Ténard, entrepreneur, à Rouen	Tracteur à vapeur.	1	4500 kg.
	Dufour, industriel, à Dieppe.	Tracteur.	2	4500 kg.
Somme.	Fabrique de sucre, près Ham.	Locomotives routières à vapeur.	2	5000 kg.
Tarn.	Société anonyme des Hauts Fourneaux, Forges et Aciéries du Saut-du-Tarn, à Saint-Juéry.	Locomotives routières à vapeur.	5	9000 kg.
Vienne (Haute-).	Favry, industriel, à la Souterraine.	Locomotive routière à vapeur.	1	5000 kg.
	Degrassat, à Châteauneuf.	Locomotive routière à vapeur.	1	7500 kg.
	Nizout, à Neuvic.	Locomotive routière à vapeur.	1	7500 kg.
Vosges.	Plusieurs industriels.	Locomotives routières à vapeur.	»	»

TABLEAU III

ÉTUDE DE LA LARGEUR DES JANTES DES ROUES MOTRICES DANS LES AUTOMOBILES DE TRANSPORTS

c. = Caoutchouc. j. = Jumelés. f. = Bandages fer.	OMNIBUS			CAMIONS			TRACTEURS, ROUTIÈRES ET REMORQUES		
	Poids maximum par essieu.	Largeur des jantes	Poids par cm de largeur	Poids maximum par essieu.	Largeur des jantes	Poids par cm de largeur	Poids maximum par essieu.	Largeur des jantes	Poids par cm de largeur
	kg	mm	kg	kg	mm	kg	kg	mm	kg
Ain	....	...	...	5.000 f	140	215			
Alpes (Basses-)	2.500	140	176						
Ardennes	....	...	...	1.500 1.000 2.500 3.000 1.000	120 105 220 130 90	125 96 114 230 112			
Aveyron	2.600	100	260						
Calvados	2.000	120	165	....	...	...	3.500 f	254	138
Cantal	3.200 j	120	275						
Charente	....	...	...	4.000	130	307	5.000 f 5.000 f	400 140	125 357
Charente-Inférieure	2.300 j	250	94						
Cher	5.300 f	120	440						
Corse	2.500 2.550	220 140	114 180						
Côtes-du-Nord	....	...	...	....	...	...	7.000 f 6.000 f	350 200	200 300
Doubs	....	...	...	1.500 1.100	160 140	98 78	5.000 f	356	140
Garonne (Haute-)	....	...	...	2.500 1.500	140 110	178 136			
Hérault	3.500 j 5.000 f	200 130	175 385						
Jura	....	...	...	2.850 4.000	120 200	237 200			
Loire	2.233 f	190	117	2.500 5.500	200 220	125 259			
Loire (Haute-)	....	...	...	3.000 c 2.000 f 4.300 f	140 100 110	214 200 391			
Manche	2.200 f	100	220	2.525 c	120	210			
Marne	....	...	...	2.000 j 3 500 f 2 200 c 1.750 c 1.650 c	120 240 100 150 50	166 146 220 115 330			

c. = Caoutchouc. *j.* = Jumelés. *f.* = Bandages fer.	OMNIBUS			CAMIONS			TRACTEURS, ROUTIÈRES ET REMORQUES		
	Poids maximum par essieu.	Largeur des jantes	Poids par cm de largeur	Poids maximum par essieu.	Largeur des jantes	Poids par cm de largeur	Poids maximum par essieu.	Largeur des jantes	Poids par cm de largeur
	kg	mm	kg	kg	mm	kg	kg	mm	kg
Marne (Haute-) . . .	. . . .	. . .	. . .	2.100	140	150	3.500 *f*	200	175
Meurthe-et-Moselle. .	2.500	100	250						
Nièvre	. . . .	. . .	. . .	. . . .	. . .	. . .	4.000 *f* 2.000 *f* 6.500 *f*	300 150 285	133 133 230
Nord	. . . .	. . .	. . .	6.000	220	272			
Oise	2.500 *j*	100	250						
Pas-de-Calais	1.500 *f* 1.800 *c*	125 60	120 300	6.860	380	181			
Puy-de-Dôme	4.000 *j* 1.800 *c*	240 120	166 150						
Pyrénées-Orientales .	6.500 *f*	220	295						
Rhône	1.600 2.500	135 120	118 208	4.400 3.000 4.100 1.000 2.300	140 120 130 70 140	314 250 315 143 164			
Saône (Haute-). . . .	. . . .	. . .	. . .	1.750	200	875			
Savoie	4.000 *j*	150	266						
Savoie (Haute-) . . .	3.000 *j*	240	125						
Seine-Inférieure. . .	2.667 2.334 2 000 2.314 1.600 650 750 4.838 2.500	100 100 100 100 100 69 90 240 200	267 233 200 213 160 92 83 201 125	4.500 3.000	105 90	428 333			
Somme.	. . . .	. . .	. . .	. . . .	. . .	. . .	5.000 *f*	410	122
Tarn.	2.475 *c* 3.225 *c* 3.900 *c*	120 120 120	206 279 390	. . . .	. . . . . .	. . . . . .	9.000 *f* 7.000 *f*	450 750	[illegible]00 280
Vaucluse	2.200	100	220						
Vienne (Haute-) . . .	. . . .	. . .	. . .	. . . .	. . .	. . .	5.000 *f* 7.500 *f*	400 400	125 187
Vosges	2.134 *c* 1.170 *c*	80 90	267 130						
MOYENNES. .	2.633	»	201	2.872	»	224	5.400	»	190

TABLEAU IV. — TRAMWAYS

DÉPARTEMENTS	LIGNES DESSERVIES	LONGUEUR	NATURE de la traction.	LARGEUR	OBSERVATIONS
		kilomètres.		m. c.	
Ain	Lign. div. en exploit.	197	Vapeur	»	
	. . . .	244	et trolley	»	En construction.
	. . . .	27	(25 km.)	»	En concession.
Alger	Lign. div. en exploit.	195,3	Vapeur	1,05	
	. . . .	49,2	et	1,05	En construction.
	. . . .	150	trolley.	1,05	En concession.
Allier	Vichy à Cusset.	4	Air comprimé.	»	
Alpes-Maritimes.	Lign. div. en exploit.	120	Trolley.	1, »	
	. . . .	180	Trolley.	1, »	En construction.
	. . . .	90	Trolley.	1, »	En concession.
Ardèche. . . .	Lign. div. en exploit.	7,7	Trolley.	»	
	. . . .	141,7	Vapeur.	»	En construction.
Ardennes.. . .	Charleville-Mézières-Sedan et environs.	6,8	Trolley.	»	
		8,7	Trolley.	»	
Ariège.	Lignes diverses.	92,5	Vap. et trolley.	»	En construction.
	. . . .	16	Vapeur.	»	En concession.
Aube..	Tramways de Troyes.	12	Trolley.	1, »	
Aude	Lign. div. en exploit.	310	Vapeur.	1, »	
Aveyron	Tram. de Rodez gare.	2,2	Trolley.	»	
Calvados. . . .	Tramways de Caen.	9,4	Trolley.	1, »	
	Ch. de fer du Calvados.	238,5	Vapeur.	0,60	
Charente. . . .	Tramw. d'Angoulême.	16,4	Trolley.	1, »	
	Pons à Barbezieux.	8,9	Vapeur.	1, »	
Charente-Infér .	Chemins de fer écon. des Charentes.	365,4	Vapeur.	1, »	
	Tramways de Royan.	12,6	Vapeur.	0,60	
	Tram. de la Rochelle.	7,4	Air comprimé.	1, »	
Cher.	Tram. de Bourges.	8,8	Trolley.	»	
Corrèze.. . . .	Lignes diverses.	184	»	»	En projet.
Côtes-du-Nord..	Chemin de fer d'intérêt local.	216	»	»	
	Lignes diverses.	361	»	»	En concession.
Deux-Sèvres.. .	Lign. div. en exploit.	196	Vapeur.	1, »	
	. . . .	53	Vapeur.	1, »	A construire.
Dordogne. . . .	Lign. div. en exploit.	145	Vapeur.	1, »	
	. . . .	155	Vapeur.	1, »	En construction.

DÉPARTEMENTS	LIGNES DESSERVIES	LONGUEUR	NATURE de la traction.	LARGEUR	OBSERVATIONS
		kilomètres		m. c.	
Doubs.	Pontarlier à Mouthe.	30	»	1, »	
	Tramways de Besançon	12	Trolley.	1, »	
	Tramways de la Vallée d'Hérimoncourt.	17	Vapeur.	1, »	
Eure.	Corneilles à Pont-l'Evêque (Calvados).	17	Vapeur.	1, »	
Eure-et-Loir . .	Lign. div. en exploit.	79,9	»	»	
	. . . .	123,8	»	»	En construction.
	. . . .	47,6	»	»	En concession.
Finistère. . . .	Tram. urbains, Brest.	16	Electricité.	»	
	Tramways suburbains	24	Electricité.	»	
Garonne (Haute)	Chemin de fer d'intérêt local	104,5	Vapeur.	»	
	Tramways départementaux — En exploitation.	178,5	Vapeur.	»	
	Tramways départementaux — En construction	6,3	Vapeur.	»	En construction.
	Tramways départementaux — En concession.	113,2	Vapeur.	»	En concession.
	Tram. de Toulouse.	51,3	Trolley.	»	
Gironde	Tram. de Bordeaux .	35,1	Trolley.	1, »	
	. . . .	36,6	Vapeur.	1, »	
	Tramways de Lormont	1,1	Trolley.	1,44	
	Tramways d'Arcachon,	7,2	Trolley.	1, »	En concession.
	Tramways de Bordeaux	69,9	Trol., caniveau	1,44	
	Bordeaux à Camarsac.	15,7	Vapeur.	1,44	
	Bordeaux à Gradignan.	6,9	Electricité.	1, »	
	Bordeaux à Léognan.	10,7	Trolley.	1, »	
Haut-Rhin . . .	Ligne en exploitation	8	»	»	
	. . . .	8	»	»	En concession.
Hérault	Tram. de Montpellier.	20	Electricité.	1, »	
	Tram. de Béziers.	9	Electricité.	1, »	
	Tram. de Cette.	27	Electricité.	1, »	
	Chem. d'intérêt local.	212	Vapeur.	1, »	
Ille-et-Vilaine. .	Lign. div. en exploit.	350	Vapeur et Trol.	»	
	. . . .	160	»	»	En construction.
	. . . .	19	»	»	En concession.
Indre	Lignes diverses.	157	Vapeur.	»	
Indre-et-Loire .	Tramways de Tours.	13,1	Trolley.	1, »	
	Tours à Saint-Avertin.	6,3	Trolley.	1, »	
	Tours à Luynes-en-Fondettes.	13,8	Vapeur.	1, »	
	Tours à Vouvray.	10,6	Vapeur.	1, »	
	Tram. de la Tranchée.	0,9	Trolley.	1, »	
	Blois à Châteaurenault	12,1	Vapeur.	1, »	
Isère.	Lign. div. en exploit.	344	Vapeur et Trol.	1, »	
	. . . .	170	»	1, »	En construction.
	. . . .	27	»	1, »	A l'étude.
Landes.	Lign. div. en exploit.	3	Vapeur.	1, »	
	. . . .	98	Vapeur.	1, »	En construction.

DÉPARTEMENTS	LIGNES DESSERVIES	LONGUEUR	NATURE de la traction.	LARGEUR des voies.	OBSERVATIONS
		kilomètres.		m. c.	
Loir-et-Cher. .	Lign. div. en exploit.	285	Vapeur.	»	
	. . . .	27	Vapeur.	»	En construction.
	. . . .	7	Trolley.	»	En concession.
Haute-Loire. . .	Tramways du Puy.	6,8	Trolley.	»	
Loire-Inférieure	Tramways de Nantes.	45,5	Air comprimé.	»	
	Lign. div. en exploit.	145,6	Vapeur.	»	
	En construction: Nantes.	5,7	Air comprimé.	»	En construction.
	En construction: Département.	45,5	Vapeur.	»	En construction
	Saint-Nazaire.	25,4	Electricité.	»	En concession.
Loire	Saint-Etienne, Firminy, Rive-de-Gier, etc.	65	Vap. et élect.	»	
	Tramw. de St-Etienne.	14,6	Electricité.	1, »	
	— de Roanne.	7	Electricité.	1, »	
	— de St-Chamond	2	Electricité	1, »	
	— de Viricelles à Saint-Symphorien.	9,7	Electricité.	1, »	
Loiret.	Tramways de Pithiviers-Tiny.	31,5	Loc. à vapeur.	»	
	Tramways d'Ozouer-le-Marché à Orléans..	32,4	Vapeur.	»	
	Lign. div. en exploit.	88,7	Vapeur.	»	
	. . . .	31	Vapeur.	»	En construction.
	. . . .	21	Vapeur.	»	En concession.
	Tramw. d'Orléans. En exploitat.	14,7	Electricité.	»	
	Tramw. d'Orléans. En construc.	8	Electricité.	»	En construction.
Lot	Saint-Céré à Bretenoux Biard.	9,8	Vapeur.	»	
Maine-et-Loire..	Saumur et extensions.	22	Vapeur.	»	
	. . . .	25	Vapeur.	»	En concession.
	Tramways d'Angers.	27	Trolley.	»	
	Tramways de Bressuire à Montreuil-Bellay	9	Vapeur.	»	
Manche.	Tramways de Cherbourg et extensions	»	Vap. et élect.	1,44	
	Pont-L'Abbé Picauville à Ste-Mère-l'Eglise.	9,6	Vapeur.	1,44	
	Avranches à St-James	21	Vapeur.	1, »	
	Pontorson au Mont-Saint-Michel.	10	Vapeur.	1, »	
Marne.	Lign. div. en exploit.	228	Vapeur.	»	
	Tram. de Reims et Châlons.	26	Electricité.	»	
	Epernay à Ay.	6		»	
Marne (Haute)	Foulain à Nogent.	»	Vapeur.	1, »	
Meurthe-et-Moselle.	Tramways de Nancy.	30	Trolley.	1,44	
	Tramways de Longwy	6	Trolley.	1, »	
	Lunéville à Einville.	10	Vapeur.	1, »	
	Maxéville à Champigneulles.	5	Trolley.	1,44	
Morbihan. . . .	Lign. div. en exploit	22	»	»	
	. . . .	55	»	»	En concession.

DÉPARTEMENTS	LIGNES DESSERVIES	LONGUEUR	NATURE de la traction.	LARGEUR des voies.	OBSERVATIONS
		kilomètres.		m. c.	
Nièvre.	Tramways de Nevers.	6,7	Electricité.	»	En concession.
Nord.	Lign. div. en exploit.	220	Electricité.	»	
	. . . .	75	Electricité	»	En construction.
	. . . .	307	Electricité	»	A l'étude.
Oran.	Lign. div. en exploit.	17,5	Electricité.	»	
	. . . .	72	Vapeur.	»	En concession.
Orne.	Mortagne à La Loupe.	109	Vapeur.	1, »	En concession.
	Lacelle à Trun.	109	Vapeur.	1, »	
Pas-de-Calais. .	Béthune à Estaires.	18	Vapeur.	1, »	
	Ardres à Pont-d'Ardres	6	Vapeur.	1, »	
	Urbains de Calais et de Guines.	21	Electricité.	1, »	
	Urbains de Boulogne.	14	Electricité	1, »	
	Etaples à Paris-Plage.	6	Electricité	1, »	
	Wimereux à Aulengne	2	Electricité	1, »	En construction.
	Tram. département.	95	Vapeur.	1, »	Concédés.
	Boulogne à Outreau.	1	Electricité.	1, »	Concédés.
	Urbains de Boulogne.	26	Electricité	1, »	Concédés.
	Hénin-Liétard à Douai	14	Vapeur.	1, »	En concession.
	Lille à Lens.	110	Electricité.	1, »	
	Lille à Béthune.	110	Electricité	1, »	
	Hénin-Liétard à Douai	110	Electricité	1, »	
	Béthune à Liévin.	110	Electricité	1, »	
Pyrénées (Basses)	Lign. div. en exploit.	215	Vapeur.	1, »	
	Tramways urbains.	7	Electricité.	1, »	
	. . . .	14	Vapeur.	1, »	En construction.
Pyrénées (Hautes)	Lign. div. en exploit.	15,5	Vapeur.	»	
Pyrénées-Orientales.	Tram. de Perpignan à Canet.	17,9	Trolley.	»	
	. . . .	8	Trolley.	»	En concession.
	Tram. département.	49,7	Vap. en plaine	1,44	
	. . . .	28,5	Elect. en mont.	1, »	
	Chemins de fer industriels sur route.	»	Vapeur.	1, »	
Puy-de-Dôme. .	Montferrand à Royat.	8,5	Elect. et trol.	1, »	
	Clermont au Sommet du Puy-de-Dôme.	15	Loc. Hanscotte	1, »	
	. . . .	517,9	Electricité.	1, »	En concession.
Rhône.	Lyon et environs.	156	Elect. et vap.	»	
Haute-Saône. . .	Lign. div. en exploit.	266,9	Vapeur.	1, »	
Sarthe.	Lign. div. en exploit.	94	Vapeur.	»	
	Tramways urbains.	11	Electricité.	»	
	. . . .	70	Vapeur.	»	En concession.
Savoie.	Chambéry à La Motte.	4,8	Vapeur.	1, »	
	Voiron à Saint-Béron.	9,6	Vapeur.	1, »	
	St-Béron à St-Génix.	15 6	Vapeur.	1, »	
	Tram. d'Aix-les-Bains.	10,7	Air comprimé.	1, »	

DÉPARTEMENTS	LIGNES DESSERVIES	LONGUEUR	NATURE de la traction.	LARGEUR des voies.	OBSERVATIONS
		kilomètres.		m. c.	
Savoie (*suite*).	Tramways P. L. A.	7,6	Vapeur.	1, »	
	Chambéry-Chignin.	11	Vapeur.	1, »	
	Chambéry-Cognin.	5,1	Vapeur.	1, »	
	Moûtiers à Brives-les-Bains.	6	Trolley.	1, »	
Savoie (Haute) .	Lign. div. en exploit.	85	Vapeur.	1, »	
	. . . .	32	Electricité.	1, »	
Seine-et-Oise. .	Lign. div. en exploit.	146	Vapeur	»	
	. . . .	15	et	»	En construction.
	. . . .	14	électricité.	»	En concession.
Seine-et-Marne .	Lign. div. en exploit.	151,5	»	»	
	. . . .	55,8	»	»	En construction.
Somme.	Tramways d'Amiens.	19	Trolley.	»	
	. . . .	15	Vapeur.	»	
Tarn.	Laboutarié à Réalmont	5	Chevaux.	0,60	
	Laboutarié à Lavaur.	34	Vapeur.	0,60	
	Chem. d'intérêt local.	88	Vapeur.	1, »	
	. . . .	62	Vapeur.	1, »	En construction.
Tarn-et-Garonne	. . . .	180	Vapeur.	»	En concession.
Var	Lign. div. en exploit.	45	»	»	
	. . . .	5	»	»	En construction.
Vaucluse. . . .	Tramways d'Avignon.	17	Trolley.	1, »	
	Isle-sur-Sorgue à Vaucluse.	8	»	»	En concession.
	. . . .	178	»	»	A l'étude.
Vienne.	Lign. div. en exploit.	58	Electricité	»	
	. . . .	165	et vapeur.	»	En concession.
Vienne (Haute).	Tram. de Limoges.	17,8	Trolley.	»	
	Limoges à Aixe.	11,2	Trolley.	»	
	La Juvénie à St-Yrieix	8,2	Vapeur.	»	
	. . . .	318	Trolley.	»	En concession.
Vosges.	Remiremont à Gérardmer.	26,6	Vapeur.	1, »	
	Gérardmer à Retournemer.	10,6	Vapeur.	0,60	
	Retournemer à la Schlucht et au Honnech	9,5	Trolley.	»	
	Tramways d'Epinal.	7,5	Trolley.	»	
Yonne.	. . . .	178	Electricité.	1, »	En concession.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Wir wollen diesen Bericht durch keine Schlussfolgerungen im engeren Sinne beendigen, sondern vielmehr durch eine, den dem Berichte angeschlossenen Tabellen, entnommene statistische Übersicht.

Es giebt in Frankreich ungefähr 100 Automobillinien für die Gesellschaftsbeförderung, von einer annähernden Ausdehnung von 1700 Kilometern im Betriebe.

Der Durchschnittsachsdruck für die im Betriebe stehenden Fahrzeuge, beträgt für die höchst belastete Achse 2600 Kilogramm, und aus den gewonnenen Erfahrungen geht hervor, dass bei dem gegenwärtigen Zustand der Strassen, für die im Betriebe befindlichen Motoromnibusse, deren Reisegeschwindigkeit gegen 20 Stundenkilometer beträgt, unter keiner Bedingung ein Höchstachsdruck von 3500 bis 4500 Kilogramm für die Triebachsen beim belasteten Fahrzeug zu überschreiten wäre, mithin 150 Kilogramm auf den Centimeter Felgenbreite anzunehmen sind.

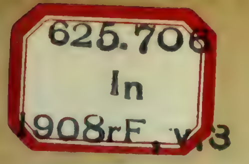
Auf 29 Departements entfallen ungefähr 67 Lastenautomobillinien. Die Zahl der Fahrzeuge beträgt gegen 150, bei einer Stundengeschwindigkeit von 15 Kilometern; der Höchstachsdruck sollte für Lastwagen, bei einem Druck von 200 Kilogramm auf den Centimeter Felgenbreite, 4000 Kilogramm nicht übersteigen; für Trakteurs wäre ein Höchstachsdruck von 5000 Kilogramm, bei einem Druck von 175 Kilogramm auf den Centimeter Felgenbreite zulässig.

Ein Strassenbahnnetz von 8 bis 9000 Kilometern durchzieht gegenwärtig die französischen Strassen, und es wäre wünschenswert, dass deren Geleise unter keiner Bedingung, auf Strassen von nicht mindestens 9 Meter Breite, auf der Böschung gelegt werden, um den anderen Beförderungsmitteln die Strassenbenützung ohne Gefährdung der öffentlichen Sicherheit zu gestatten.

(Übersetz. Blaevoet.)

Périssé.

62258. — PARIS, IMPRIMERIE LAHURE
9, rue de Fleurus, 9



Ier CONGRÈS INTERNATIONAL DE LA ROUTE
PARIS 1908

8e QUESTION

LES ROUTES PORTUGAISES

ET L'AUTOMOBILISME

POUR LES TRANSPORTS EN COMMUN AU PORTUGAL

RAPPORT

PAR

MELLO DE MATTOS
Ingénieur à Lisbonne.

PARIS
IMPRIMERIE GÉNÉRALE LAHURE
9, RUE DE FLEURUS, 9

1908

LES ROUTES PORTUGAISES

ET L'AUTOMOBILISME POUR LES TRANSPORTS EN COMMUN AU PORTUGAL

RAPPORT

PAR

MELLO de MATTOS

Ingénieur, à Lisbonne.

Un écrivain portugais d'un grand talent et qui serait universellement connu si la diffusion de la langue portugaise était plus grande, M. Abel Bothelho, a dit que le Portugal n'a jamais été qu'un pied à terre pour ceux qui y sont nés.

C'est un fait que la mer et l'émigration vers de lointains pays ont toujours eu de grands attraits pour les habitants du Portugal. On part pour l'Amérique du Sud ou pour l'Afrique centrale presque sans y prendre garde et, lorsque la navigation à vapeur n'avait pas pris le grand essor que l'on remarque depuis une trentaine d'années surtout, on comptait déjà beaucoup d'émigrants, même dans des villages des *districts administratifs* (départements) de Guarda, Castello-Branco, Bragança et quelques autres où les indigènes ne s'étaient jamais rendu compte, avant leur départ ni de longs voyages, ni de grande navigation.

D'ailleurs les districts qui viennent d'être indiqués sont fort éloignés de la mer.

Je crois que c'est bien à cause de ce penchant vers d'autres pays que les Portugais, pendant de longs siècles, ne se sont presque pas occupés d'améliorer les chemins qui étaient tracés, le plus souvent, par les pieds des mulets, qui transportaient les marchandises.

Il faut remarquer cependant que, dans l'ancienne législation, on trouve

plusieurs dispositions qui se rapportent à l'entretien des chemins et à l'organisation du transport des voyageurs. Les chartes locales (*foraes*) du temps du roi Emmanuel Ier (1495 à 1521) contiennent presque toutes des prescriptions à cet égard. Les lois d'application générale connues sous le nom d'*ordenações* (ordonnances), qui ont été abolies par la charte royale (*carta de lei*) du 1er juillet 1867 qui a promulgué le Code civil, contenaient aussi des règles sur la construction et l'entretien des routes.

Cependant, comme l'organe n'est fait que par la fonction, on peut admettre que les Portugais n'ayant pas un grand besoin de voyager dans leur pays ne faisaient pour ainsi dire qu'y passer et ne sentaient pas les avantages que procurent les bonnes routes. On s'en occupait donc le moins possible.

Lors des invasions françaises par les armées de Napoléon Ier, on ne comptait donc presque pas de routes carrossables dans le pays, et les officiers anglais et français qui ont écrit sur la guerre de la péninsule, Marbot surtout, n'ont pas oublié de rapporter le mauvais état des chemins et des routes.

D'ailleurs, on compte aussi des écrivains portugais qui s'en sont occupés et la vieille littérature portugaise, très pauvre en livres techniques, possède cependant un petit ouvrage fort remarquable sur la construction des routes en Portugal «Methodo para construir as estradas em Portugal », imprimé à Porto en 1790.

C'est là que j'ai trouvé la plus ancienne indication sur l'application des rouleaux compresseurs en fer et sur le cylindrage par couches[1]. D'ailleurs, je suis porté à conclure que Mascarenhas Neto, l'auteur de l'ouvrage en question, a beaucoup essayé son rouleau compresseur, puisqu'il conseille de ne l'employer que lorsque les terres sont humides, soit à cause des pluies, soit qu'on les ait arrosées. Ensuite il écrit qu'on ne doit pas l'employer lorsqu'il pleut très fort[2].

De plus, il compare le travail des rouleaux avec le damage employé en Angleterre et il affirme qu'il revient deux fois moins cher que la méthode anglaise[3].

Malheureusement le désarroi qui est survenu dans le pays à cause de l'invasion française en 1807, les guerres auxquelles le Portugal a été forcé de prendre part jusqu'en 1815 et le malaise qui en résulta ont encore retardé la construction de nos routes, pendant beaucoup d'années.

D'abord, la révolution de 1820 qui a chassé du Portugal le maréchal anglais sir William Carr Beresford, qui tenait le pays sous un régime despotique au nom du roi Jean VI, alors absent au Brésil, puis les guerres entre les partisans des deux fils du roi Jean VI, qui n'ont pris fin qu'en

1. Ouvrage cité, p. 35.
2. Ouvrage cité, p. 36.
3. Ouvrage cité, p. 37.

1834 et les révoltes qui s'ensuivirent, ont détourné l'attention du gouvernement de tout ce qui se rapportait aux travaux publics.

Le service des travaux publics d'ailleurs n'avait pas pour ainsi dire d'existence légale; il était distribué au hasard, de telle façon que les officiers de marine, ceux du génie et même les magistrats se le partageaient entre eux, non sans quelques tiraillements, puisqu'il n'y avait rien de réglementé.

Un ministre d'une grande énergie, mais dont les procédés politiques prêtent beaucoup à la critique, le comte de Thomar, a fait signer par la reine Marie II la loi du 22 juillet 1850, qui grevait quelques contributions de l'État d'une surtaxe de 15 pour 100, pour la construction des routes et qui destinait à leur conservation les droits de péage aussi bien que les redevances perçues par l'État pour le droit exclusif des transports à grande vitesse et des malles-postes (art. 8).

C'est cette loi qui a classé les routes en deux catégories et en chemins municipaux (art. 2 et 5); elle en a aussi fixé les largeurs (art. 4).

Malgré toutes les facilités qu'offrait cette loi et tous les moyens qu'elle procurait pour pousser vivement la construction des routes, ce ne fut qu'en 1852, lorsqu'a été institué le Ministère des travaux publics, du commerce et de l'industrie, que les travaux de construction de routes prirent un grand essor.

Comme il n'y avait pas assez d'ingénieurs et que les travaux s'étaient fortement développés, le corps de génie fut mis à contribution, aussi bien que les autres armes, où se trouvaient des officiers ayant des connaissances théoriques de topographie.

L'École militaire a dû remanier ses programmes d'enseignement, de façon à donner des connaissances sur les constructions à tous ses élèves, dont la plupart s'occupaient de travaux publics immédiatement après leur sortie de l'École.

Beaucoup d'entre eux sont allés compléter leur éducation professionnelle à l'Ecole des ponts et chaussées de Paris, et c'est grâce à leurs savants efforts que l'on a pu pousser les travaux assez vivement et avec un ensemble que des crises financières ont ralenti plusieurs fois.

Jusqu'au 30 juin 1852, le Portugal ne comptait que 218 kilomètres de routes. Le 30 juin 1906, la longueur du réseau des routes était de 11 531,781 kilomètres, soit un accroissement annuel de 213 kilomètres[1].

Il faut remarquer que l'engouement qui a sévi au Portugal en faveur des chemins de fer a beaucoup détourné l'attention du gouvernement et des ingénieurs eux-mêmes du service des routes, et c'est pourquoi la

1. J'ai puisé ces chiffres et ceux qu'on va lire dans le rapport présenté à la Chambre des députés le 28 janvier 1907. D'ailleurs, il faut avouer que, depuis cette époque-là jusqu'au 1er février 1908, le gouvernement s'est occupé plutôt d'affaires politiques tout à fait stériles que de mesures destinées au développement de la richesse du pays. J'aurai à revenir là-dessus, lorsque je parlerai des prescriptions sur le type des routes.

moyenne de la longueur des routes construites ne compte que 13 kilomètres par kilomètre carré et 2,219 kilomètres pour 1000 habitants.

Lorsque le plan général de nos routes sera complété, il aura la longueur totale de 20 529,115 kilomètres soit 0,231 kilomètre par kilomètre carré.

Quelques-unes des prescriptions de la loi du 22 juillet 1850 ont donné lieu à des instructions techniques, tant sous le point de vue de la déclivité maximum des rampes et des pentes, qui ne devaient dépasser 5 pour 100 qu'en cas d'impossibilité absolue, que sur l'organisation des projets de routes et de leurs devis[1].

Cette loi cependant a été profondément remaniée par celle du 15 juillet 1862, qui a classé les routes royales avec une grande largeur de vues. C'est elle d'ailleurs qui a permis de faire le plan général du deuxième réseau (routes départementales).

Le neuvième article de cette loi fixait les largeurs des routes. Celles de première classe ou royales auraient 8 mètres ou 7 m. 40, suivant une classification qui a été faite par la loi elle-même en routes directes et transversales. Les routes départementales auraient 6 m. 60 de largeur, dont 4 m. 40 empierrés, et les routes du quatrième type ou municipales auraient 6 mètres de largeur, dont 4 pour l'empierrement et 1 pour chaque accotement.

Afin de pousser plus vivement la construction des routes, la lettre patente du 10 septembre 1886 a fixé pour les routes royales et départementales à construire la largeur de 6 mètres. Les considérants qui précèdent cette lettre patente du 10 septembre 1886 méritent d'être rappelés, parce qu'il a suffi d'une invention mécanique pour renverser complètement des raisonnements qui étaient inattaquables à cette époque-là. L'automobile est venue démontrer qu'il fallait tenir compte des routes ordinaires aussi bien que des chemins de fer, car elles peuvent concourir aussi pour le développement commercial d'un pays.

Cette même prescription légale a aussi fixé, d'après le décret du 31 décembre 1864, la largeur et la déclivité des rampes et des pentes de deux types de routes municipales. Le cinquième article de cette loi partage les routes de troisième ordre ou municipales en deux classes. Celles de première classe, ou chemins communaux, auront une largeur de 4 mètres au moins pour le roulage. Les rayons des courbes de raccordement ne descendront au-dessous de 10 mètres et les déclivités des rampes et des pentes ne dépasseront pas 7 pour 100.

Celles de deuxième classe, ou chemins vicinaux, auront toujours la largeur de 4 mètres au moins, mais les déclivités et les courbes de raccordement peuvent descendre encore plus bas que les chiffres donnés pour les chemins communaux, lorsque des circonstances exceptionnelles du terrain forceront à ne pas tenir compte des prescriptions indiquées.

1. Circulaires du 1er décembre 1851 et du 16 juin 1853.

Le quatrième article de cette même loi du 31 décembre 1864 fixe à 30 mètres le rayon minimum des courbes de raccordement pour les routes royales et départementales et à 5 pour 100 la plus grande déclivité des rampes et des pentes.

Somme toute, les routes portugaises de premier et de deuxième ordre, malgré les prescriptions du 10 septembre 1886, sont encore assez satisfaisantes pour un bon service d'automobiles et le projet de loi présenté à la Chambre des députés le 28 janvier 1907 par la Commission des Travaux publics tenait compte de ce moyen de transport, puisque le 3e paragraphe du 1er article est libellé comme suit : « Les conditions techniques « des routes classées d'après ce projet de loi continueront à être celles « prescrites par la législation actuellement en vigueur. Cependant, dans « des circonstances exceptionnelles, la largeur des routes pourra être « modifiée, les déclivités augmentées et les rayons des courbes de raccor- « dement réduits, après avoir été entendu qui de droit et en dernier « ressort le Conseil supérieur des Travaux publics et des Mines. »

Ce projet de loi qui est précédé par un rapport très bien documenté dû à mon camarade M. Rodrigues Nogueira, un ingénieur très distingué, a pour but de faire un nouveau classement des routes royales et départementales et de fixer les sommes qui doivent être consignées chaque année dans le budget de l'État pour la construction et la conservation des routes.

Il se propose principalement l'achèvement le plus rapide du réseau des routes royales et départementales et il fixe une somme annuelle de 100 millions de reis (555 555 francs) pour aider à la construction des routes municipales, mais cette somme ne sera versée que lorsque les municipalités auront dépensé au moins le double dans la construction des routes à leur charge.

Ce projet de loi n'a pas été voté et le gouvernement, s'étant arrogé des pouvoirs dictatoriaux au mois de mai de l'année dernière, a publié le 19 décembre 1907 un décret qui change entièrement ce que les lois antérieures avaient promulgué.

Ce décret limite la largeur des routes royales et départementales à 5 mètres avec 3 m. 50 à peine d'empierrement et deux accotements de 0 m. 75 de largeur.

L'épaisseur de l'empierrement doit avoir 0 m. 23 avant le cylindrage et le bombement deux centièmes de la largeur totale.

Les déclivités peuvent aller jusqu'à 7 et même 10 pour 100, mais ces dernières ne doivent avoir plus de 200 mètres de longueur.

La grandeur des rayons des courbes de raccordement peut descendre à 25 mètres.

Ce décret prévoit cependant des remaniements futurs, tant sous le point de vue des rayons de courbure qu'à l'égard des déclivités, mais il fixe la largeur des ouvrages d'art à 5 mètres entre têtes (art. 2).

Il modifie aussi la largeur des routes de troisième ordre, qu'il fixe à 2 m. 80 pour la zone empierrée et 0 m. 60 pour chaque accotement. Le bombement pour ces routes sera de 1/50 de la largeur totale et le rayon minimum des courbes de raccordement aura 10 mètres de long (art. 4).

On admet aussi des remaniements futurs dans ces routes, mais seulement par rapport aux déclivités supérieures à 7 pour 100.

Quoique le nord et le centre du pays soient assez accidentés, il n'y a aucune raison pour augmenter les déclivités des rampes et des pentes jusqu'à 7 pour 100, car cette prescription n'aura pour effet que de ne pas développer suffisamment le tracé et partant la chaussée ressentira bien plus fortement les effets du freinage que si elle était moins inclinée. Les automobiles aussi seront plus endommagées, à cause des efforts du freinage et les antidérapants n'auront que de fâcheux résultats sur les chaussées.

La réduction de la largeur de la zone empierrée dans les routes royales et départementales déterminera une plus grande fatigue de l'empierrement, puisque les voitures seront forcées de prendre toujours une direction donnée et de ne s'en écarter jamais et, quoique la limite du bombement soit acceptable, on ne peut guère supposer que des voitures très lourdes abandonnent le milieu de la chaussée empierrée, à moins d'y être forcées.

Le raccourcissement de la longueur du rayon des courbes de raccordement ne s'explique aussi que pour préserver des monuments ou là où on ne peut passer autrement.

Tout le monde sait que les courbes sont une source de gêne, à cause des efforts transversaux qu'il faut faire pour maintenir les voitures sur la chaussée et ces efforts évidemment croissent en raison inverse de la grandeur du rayon de la courbe. Les jantes des roues subissent des efforts transversaux de glissement et partant elles endommagent la chaussée. Je ne parlerai pas des inconvénients très grands dus à la force centrifuge pour les voitures à allure un peu rapide. La formule $\frac{mv^2}{R}$ justifie tous les dangers qui peuvent résulter pour les automobiles des descentes en courbe de petit rayon.

D'ailleurs le décret dictatorial du 19 décembre 1907 dont je viens de parler reconnaît lui-même l'inanité de ses prescriptions, puisqu'on lit au 2e paragraphe de l'article 1er : « Les déclivités comprises entre 5
« et 10 pour 100 et les courbes de petit rayon devront être préparées,
« autant que possible, de façon qu'elles puissent être améliorées en toute
« occasion. »

Ce que prescrit le décret du 19 décembre 1907 n'est donc qu'un obstacle pour la construction de bonnes routes, où l'automobilisme pourrait trouver tout le développement que comporte ce beau moyen de transport.

Ce décret aura donc une influence d'autant plus néfaste sur l'automobilisme en Portugal que l'on compte encore beaucoup de routes qui ne sont pas complètement achevées sur toute leur longueur. En suivant ses ordonnances, on risque de multiplier les points dangereux et de rendre les croisements de voitures très difficiles, même avec des gares, qui d'ailleurs n'auront aucun avantage sans un système de signaux, qu'il faut organiser de toutes pièces et qui exigerait un nombreux personnel pour le manœuvrer. Il faut donc, à mon avis, rapporter ce décret et revenir aux sages données techniques qui se trouvent dans les lois antérieures au 19 décembre 1907.

C'est par décret du 3 octobre 1901 que le Portugal a fixé les conditions pour les transports en commun au moyen d'automobiles; toute la deuxième section du troisième chapitre de cette loi est consacrée aux règles qui doivent être suivies pour obtenir la permission de monter des services de transports en commun.

Il faut d'abord faire une demande au Ministère des travaux publics, du commerce et de l'industrie, s'il s'agit d'un service permanent et régulier. Cette demande doit être documentée avec :

1° Une déclaration du service public auquel l'automobile est destinée, soit seulement transport de passagers ou de marchandises, soit le transport des deux à la fois, avec ou sans voitures de remorque et une indication des conditions suivant lesquelles on compte faire ce service;

2° Une note des routes que l'automobile ou le train doit parcourir avec l'indication du poids de l'automobile et de chacune des voitures remorquées, s'il y en a, de la charge maximum par voiture et par essieu, de la composition normale des trains et de leur longueur totale;

3° Les certificats d'aptitude des conducteurs des trains;

4° Les certificats d'examen des types des automobiles adoptées;

5° Une indication des bases pour l'organisation des horaires et des gares où les voitures ou trains automobiles devront s'arrêter.

Beaucoup de demandes ont été faites au Ministère des travaux publics, du commerce et de l'industrie pour l'organisation de transports en commun, mais il faut avouer que la plupart des concessionnaires ont renoncé aux concessions, qui leur ont été accordées, parce qu'ils n'étaient aucunement garantis contre la concurrence et aussi parce que la mise de fonds est très importante.

Le gouvernement a tellement bien compris la nécessité d'encourager les transports rapides en commun sur les routes, qu'il a réglementé par décret du 21 avril 1906 la concession des chemins de fer totalement ou partiellement établis sur le lit des routes.

L'auteur de cette loi, un ingénieur d'un grand talent et un homme d'État remarquable, M. Pereira dos Santos, met bien en évidence, dans le

rapport justificatif de cette loi, toute son importance et tout le parti qu'on peut en tirer en Portugal.

Déjà plusieurs demandes de concession ont été présentées au Ministère des travaux publics, du commerce et de l'industrie et il faut espérer que d'autres suivront, lorsque le public se sera rendu compte des avantages de cette loi et que l'industrie des transports comprendra que les capitaux qu'elle placera dans de telles entreprises rapportent de beaux bénéfices.

M. Pereira dos Santos a écrit, dans le rapport justificatif du décret du 21 avril 1906, que « l'établissement des voies ferrées sur le lit des « routes a été regardé par quelques-uns comme très avantageux, puis- « qu'on obtient avec lui des communications rapides et économiques « assez importantes. D'autres, cependant, condamnent ce procédé, parce « qu'ils voient fausser de la sorte les buts poursuivis par les chemins « de fer et les routes ordinaires, dans un plan d'améliorations maté- « rielles mûrement conçu. La vérité c'est que l'on ne peut pas fixer des « principes inaltérables à cet égard ».

Dans ce même rapport, M. Pereira dos Santos écrit plus loin que les dispositions du décret du 21 avril 1906 ne pourront être avantageusement appliquées sur toutes les routes du Portugal; mais ce qu'il faut retenir c'est que ce décret, tout en n'accordant les concessions de chemins de fer sur routes que moyennant concours, garantit le droit d'option à celui qui a fait la demande de concession.

Le décret du 3 octobre 1901 a laissé la libre concurrence pour l'établissement des transports en commun au moyen d'automobiles, sans leur accorder aucun avantage matériel.

Les progrès de l'industrie automobile et les perfectionnements que les constructeurs de ces voitures apportent journellement à leur mécanisme ne donnent pas de garantie suffisante à ceux qui entreprennent l'organisation des services publics au moyen de l'automobilisme.

Je suis cependant tout à fait porté à croire que, si la loi portugaise accordait un avantage quelconque à ces entrepreneurs, il y en aurait plus d'un qui mettrait des capitaux dans de telles entreprises et que le public y trouverait de grands avantages.

Les garanties accordées pourraient porter sur le dégrèvement des taxes fiscales et seulement pendant un laps de temps inférieur à dix années, par exemple.

Pour calculer le dégrèvement, il n'y aurait qu'à chercher le prix des transports en temps et en argent avec l'emploi des moyens ordinaires de roulage et pour les passagers et pour les marchandises. Le pourcentage du dégrèvement, qui pourrait être fixé d'avance par la loi ou qui serait variable s'il devenait l'objet d'un concours, ne porterait que sur l'économie réalisée par l'usage de l'automobile.

Bien d'autres avantages semblables pourraient être accordés aux concessionnaires des automobiles pour le service public, mais, sans des

exemples concrets à l'appui de ces propositions, nous tomberions dans des abstractions, dont on ne tirerait d'ailleurs aucun parti.

Il y aurait aussi à prendre quelques précautions sous le point de vue de la fixation des tarifs et de la régularité du service de transports.

Ce sont cependant des questions qu'on peut facilement réglementer.

CONCLUSION

Je me permets donc de proposer les vœux suivants :

I. Quoique le Portugal soit un pays assez accidenté, il n'y a aucune raison pour fixer les déclivités des rampes et des pentes dans les routes royales et départementales à plus de 5 centimètres par mètre.

II. La largeur de 6 mètres pour les routes royales et départementales ne doit pas être diminuée.

III. Le rayon minimum des courbes de raccordement doit être de 30 mètres, et ce rayon même ne doit être accepté qu'au pis aller.

IV. Afin de permettre le développement de l'automobilisme pour les transports en commun, il faut accorder des garanties à ceux qui veulent engager des capitaux dans ces entreprises, mais on doit aussi sauvegarder les droits de l'État et ceux du public sur le libre usage des routes.

V. Les garanties accordées aux entrepreneurs pourraient d'ailleurs être de telle sorte que le public y trouvât des avantages aussi bien que les concessionnaires. Le dégrèvement des taxes fiscales, pendant un temps donné et calculé en fonction des économies de temps et d'argent sur les moyens ordinaires de transport sur routes, paraît recommandable.

Lisbonne, le 19 mai 1908.

SCHLUSSSÄTZE

Ich erlaube mir deshalb nachstehende Schlussfolgerungen zu unterbreiten :

1. Obgleich Portugal ein ziemlich bergiges Land ist, liegt jedoch nicht der geringste Grund vor, in den Reichs- und Bezirksstrassen die Gefälle der Steigungen und Neigungen auf mehr als 1 : 20 festzusetzen.

2. Die Breite von 6 Meter bei den Reichs- und Bezirksstrassen sollte nicht vermindert werden.

3. Der Minimalradius der Überführungskurven soll 30 Meter betragen und darf nur im äussersten Falle adoptiert werden.

4. Um die Entwicklung des Kraftfahrwesens für die öffentlichen Personenbeförderung zu ermöglichen, sind allerdings die in solche Unternehmungen angelegten Kapitalien sicher zu stellen; andrerseits jedoch sind auch die Rechte des Staates sowie des Publikums auf den freien Betrieb der Strassen zu bewahren.

5. Die den Unternehmern gewährten Garantien sollten übrigens so studiert werden, dass sie dem Publikum gleichzeitig ebenso grosse Vorteile bieten. Empfehlenswert dürfte ein Steuernachlass während einer zum voraus festgesetzten Zeitdauer erscheinen, welche im Verhältnis stünde zu den auf die gewöhnlichen Strassenverkehrsmittel erzielten Zeit- und Geldersparnissen.

(Übersetz. Blaevoet.)

Mello de Mattos.

61949. — PARIS, IMPRIMERIE LAHURE

9, rue de Fleurus, 9

	Ordnungs-nummer der Referate	
		FRAGE 6
		WIRKUNG DER STRASSEN AUF DIE FAHRZEUGE
		Beschädigungen der Organe — Schleudern, u. s. w.
FRANKREICH	82	**Darracq**, Président de la Chambre Syndicale du Cycle et de l'Automobile, Paris.
	83	**Girardault (E.)**, Versailles.
	84	**Lumet (G. L. A.)**, Ingénieur des Arts et Manufactures et du laboratoire de l'A. C. F. (im Namen, Chambre Syndicale de l'Automobile).
GROSS BRITANNIEN	85	**Rolls (The Hon. C. S.)**, M. A. F. R. G. S., Member of the Council of the Roads Improvement Association, London.
		FRAGE 7
		STRASSENSIGNALE
		Kilometrische Strassenabmarkungen Angaben von Richtung, Entfernung — Hohe Hindernisse — Gefährliche Stellen, u. s. w.
DEUTSCHLAND	86	**Cassissone**, Groszherzogl. Baurat, Karlsruhe.
BELGIEN	87	**Hansez (Jules)**, Président de la Commission du Tourisme de l'A. C. B., Brüssel.
FRANKREICH	88	**Ballif (Jacques)**, Chef du Secrétariat du Président du Touring-Club de France, Paris.
	89	**Chaix (Edmond)**, Président de la Commission de Tourisme de l'Automobile-Club de France, Paris.
	90	**Martin du Gard**, Président de l'Association Générale automobile, Paris.
	91	**Monet**, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Versailles.
	92	**Satre (Joseph)**, Membre de l'A. C. F., Saint-Chamond (Loire).
		FRAGE 8
		DIE STRASSE UND DIE MECHANISCHE BEFÖRDERUNG
		Œffentliche Verkehrsmittel — Industrielle Beföderung Strassenbahnen.
BELGIEN	93	**Jansens (Cyr)**, Conducteur des Ponts et Chaussées, zu Ypern.
FRANKREICH	94	**Arnaud (Jean)**, Ingénieur des Ponts et Chaussées, Paris.
	95	**Lechalas**, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Rouen.
	96	**Limasset**, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Laon.
	97	**Périssé (Lucien)**, Ingénieur E. C. P., Paris. (Au nom de la Chambre syndicale de l'Automobile).
PORTUGAL	98	**De Mello de Mattos**, Chef de Division au bureau des Routes et Bâtiments, Lissabon.